

ELAVBROTT!

STÄNGT  
PGA Säkerhets skäl

RUM GARDEROB VITVAROR

# Konsekvenser av energibortfall på samhällets funktionalitet och civilbefolkningens hälsa

Annica Waleij, Louise Simonsson, Birgitta Liljedahl

Annica Waleij, Louise Simonsson, Birgitta Liljedahl

# Konsekvenser av energibortfall på samhällets funktionalitet och civilbefolkningens hälsa

|                        |                                                                                           |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| Titel                  | Konsekvenser av energibortfall på<br>samhället och civilbefolkningens hälsa               |
| Title                  | Consequences of power failures on society<br>and public health of the civilian population |
| Rapportnr/Report no    | FOI-R--4755--SE                                                                           |
| Månad/Month            | Mars                                                                                      |
| Utgivningsår/Year      | 2019                                                                                      |
| Antal sidor/Pages      | 73 p                                                                                      |
| ISSN                   | 1650-1942                                                                                 |
| Kund/Customer          | Försvarsdepartementet                                                                     |
| Forskningsområde       | 2. CBRN-frågor och icke-spridning                                                         |
| FoT-område             | Ej FoT                                                                                    |
| Projektnr/Project no   | A405118                                                                                   |
| Godkänd av/Approved by | Åsa Scott                                                                                 |
| Ansvarig avdelning     | CBRN-skydd och säkerhet                                                                   |
| Omslagsbild            | (TT)                                                                                      |

Detta verk är skyddat enligt lagen (1960:729) om upphovsrätt till litterära och konstnärliga verk, vilket bl.a. innebär att citering är tillåten i enlighet med vad som anges i 22 § i nämnd lag. För att använda verket på ett sätt som inte medges direkt av svensk lag krävs särskild överenskommelse.

This work is protected by the Swedish Act on Copyright in Literary and Artistic Works (1960:729). Citation is permitted in accordance with article 22 in said act. Any form of use that goes beyond what is permitted by Swedish copyright law, requires the written permission of FOI.

## Sammanfattning

Det moderna samhället, inklusive dess krisberedskapsförmågor, blir allt mer elberoende. För privatpersoner har elen har skapat livsmönster som det är svårt att frigöra sig från. Genom automatisering och datorisering påverkar redan korta elavbrott samhällsfunktioner och människors vardag, såväl på arbetsplatser som i privata hem.

Under den senaste tjugoårsperioden har det inträffat flera större energibortfall, såväl nationellt som internationellt, som visat hur känsliga många verksamheter och samhällsekoniskt vitala delar är.

Energibortfall orsakas bl.a. av extrema väderhändelser eller mänskligt utlösta händelser såsom driftfel eller sabotage, inklusive cyberattacker. Detta orsaker ofta enorma kostnader för samhället i stort, inklusive näringslivet, såväl som mänskligt lidande.

Störningar i energiförsörjningen kan även ha direkt och indirekt påverkan på civilbefolkningens hälsa. Dock förefaller sambanden mellan energibortfall och hälsa vara tämligen outforskade. Det finns således ett behov av att öka förståelsen över hur energibortfall, oavsett orsak, direkt eller indirekt kan orsaka hälsopåverkan i samhället.

FOI har, inom ramen för det försvarsdepartementsfinansierade anslagsprojektet CBRN i störd miljö, tagit fram en kunskapsöversikt avseende konsekvenser av energibortfall. Översikten avses användas som underlag för scenariodiskussioner enligt de fem typfall som tagits fram på uppdrag av MSB. Syftet med studien har varit att studera kort- och långsiktiga, direkta och indirekta konsekvenser från energibortfall på samhällsviktig verksamhet och folkhälsan.

Några av de slutsatser som kan dras är att de studerade fallen i princip stämmer väl med tidigare generella uppskattningar av konsekvenser från inträffade energibortfall. Korta avbrott leder med vissa undantag till begränsade problem men samhällskostnaderna kan bli väldigt stora även för korta avbrott.

Hemsjukvård med elberoende utrustning och hemtjänst är extra känsliga för elavbrott. Dödsfall förekommer, men ofta är orsaken till dödsfall inte primärt orsakat av energibortfallet utan av t.ex. fallskador eller kolmonoxidförgiftning. Livsmedelsförsörjning under långa energibortfall kan vara utmanande. Långa avbrott orsakar även stor psykisk påfrestning och inverkan på psykisk hälsa.

Årstid, väderlek, tid på dygnet och avbrottets längd har stor betydelse för dess konsekvenser. God planering, inklusive tillräckligt dimensionerad underhållen reservkraft inklusive drivmedel för denna, begränsar effekterna i samhället.

Nyckelord: energiförsörjning, energibortfall, samhällsviktig verksamhet, reservkraft, folkhälsa, hälsopåverkan, totalförsvar

## Summary

The modern society, including emergency preparedness, is becoming increasingly dependent on electricity. For individuals, electricity has shaped living patterns that are difficult to abandon. For automated and digital systems, even short power cuts affect societal functions and people's everyday lives, at workplaces as well as in private homes.

Over the past twenty years, there have been several major power blackouts, internationally as well as in Sweden, accentuating how vulnerable many vital sectors in society are.

Power outages have several causes, e.g. extreme weather events and human-triggered events such as malfunctions or malicious acts, including cyber-attacks. These outages often lead to huge costs for the society, including business, as well as causing human suffering.

Disruptions in energy supply can also have direct or indirect impacts on the health of the civilian population. However, the relationships between power outages and health appear to be rather unexplored. There is thus a need to increase the understanding of how power outages, regardless of cause, directly or indirectly can cause health impacts.

The aim of this study has been to study short as well as longer power outages, and their direct and indirect consequences for the society and public health.

Some general conclusions were that the cases studied in principle are consistent with previous general estimates of consequences from power outages. Shorter outages with a few exceptions lead to limited impact. However, the costs for society can be significant even for short outages.

Patients cared for in their homes with electrical medical equipment are particularly vulnerable to power outages. Fatalities occur, but often the mortality is not primarily caused by the outage but from *e.g.* fall injuries or carbon monoxide poisoning. Long interruptions are challenging for the food supply and cause significant stress and mental health impact.

Season, weather, time of day and the length of the power outage are very important for its consequences. Good planning, including sufficiently sized, maintained reserve power, with sufficient fuel, limits the negative impact on society.

Keywords: Energy supply, power outage, critical infrastructure, reserve power, public health, health impact, total defence

# Innehåll

|          |                                                                    |           |
|----------|--------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Inledning</b>                                                   | <b>9</b>  |
| 1.1      | Syfte .....                                                        | 13        |
| 1.2      | Metod.....                                                         | 13        |
| 1.3      | Avgränsning .....                                                  | 13        |
| <b>2</b> | <b>Elavbrott, dess orsaker och generella konsekvenser</b>          | <b>14</b> |
| 2.1      | Orsaker.....                                                       | 14        |
| 2.2      | Konsekvenser.....                                                  | 15        |
| 2.3      | Förväntade problem vid energibortfall.....                         | 16        |
| <b>3</b> | <b>Exempel på konsekvenser vid inträffade energibortfall</b>       | <b>17</b> |
| 3.1      | Elavbrott under ca 1-3 timmar i Dalarna, augusti 2016.....         | 21        |
| 3.2      | Elavbrott under 1 minut-6 timmar, Sydsverige .....                 | 23        |
| 3.3      | Södra Stockholm 2012 .....                                         | 24        |
| 3.4      | Elavbrott under ca 3-12 timmar, Italien .....                      | 24        |
| 3.5      | Elavbrott i Kista-området under drygt ett dygn 2011 Stockholm..... | 26        |
| 3.6      | Elavbrott under ca 2 dygn i nordöstra USA och Ontario .....        | 28        |
| 3.7      | Orkanen Ike, Ohio .....                                            | 30        |
| 3.8      | Elavbrott i Ukraina och Krimhalvön december 2015 .....             | 31        |
| 3.9      | Stormen Dagmar 2001 .....                                          | 34        |
| 3.10     | Stormen Gudrun 2005.....                                           | 35        |
| 3.11     | Orkanen Sandy .....                                                | 39        |
| 3.12     | Elavbrott under 2-4 veckor, Isstorm Kanada.....                    | 41        |
| 3.13     | Elavbrotten i Auckland 1998.....                                   | 44        |
| 3.14     | Orkanen Maria, Puerto Rico 2017.....                               | 45        |
| 3.15     | Konsekvenser av energibortfall i konfliktsituationer .....         | 49        |



|          |                                                                                                                    |           |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>4</b> | <b>Slutsatser och diskussion</b>                                                                                   | <b>53</b> |
| <b>5</b> | <b>Referenser</b>                                                                                                  | <b>55</b> |
|          | <b>Bilaga 1 - Exempel på en övergripande översikt över förväntade problem vid energibortfall inom olika sektor</b> | <b>67</b> |

# 1 Inledning

Det moderna samhället, inklusive dess krisberedskapsförmågor, blir allt mer elberoende. För privatpersoner har elen skapat livsmönster som det är svårt att frigöra sig från. Genom automatisering och datorisering påverkar redan korta elavbrott samhällsfunktioner och människors vardag, såväl på arbetsplatser som i privata hem. Reservkraft kan vanligtvis räcka ett par dygn, men därutöver krävs en löpande tillgång på drivmedel till generatorer. Många system som telekommunikation, IT-system, det snabbt växande *internet of things*<sup>1</sup> och elförsörjning i stort får i snabbt växande grad även inbördes beroenden, vilket skapar direkta och indirekta kaskadeffekter på en rad system vid ett elavbrott. [MSB 2009] Utveckling mot mer decentraliserade energisystem och smarta nätverk innebär också att fler och mindre aktörer involveras i energimarknaden i framtiden. Detta innebär en ökning i informationshantering men också i användande av informationsteknologi. Därmed ökar också risken för sårbarhet för IT-relaterade hot. [Andersson och Westerdahl 2017] Arbete med totalförsvarsplanering kommer att innebära särskilda behov av robusthet i alla aspekter av energiförsörjning [Miljö- och energidepartementet 2018].

Energiförsörjning är ett av de sju prioriterade områdena för att stärka såväl den fredstida krisberedskapen som det arbete med civilt försvar som MSB har utarbetat [MSB 2017]. Vidare är en av de sju basförmågor för nationell resiliens som identifierats av Nato och som Sverige ska arbeta med inom ramen för det civila beredskapsarbetet ”resilient energiförsörjning”. [Justitiedepartementet 2017]

I Sverige ska det finnas ett minimumlager av olja, som räcker i 90 dagar.<sup>2</sup> Lager av gas ska finnas, som varar minst 30 dagar i händelse av störningar eller avbrott för strategiska kunder [EU 2017]. Det finns en målsättning som uttrycks som ett krav för elnätverksoperatörer att ett elavbrott ska vara åtgärdat inom 24 timmar om inte orsaken är utom

---

<sup>1</sup> Sakernas internet (från engelskans Internet of Things) är vardagsföremål som hushållsapparater, fordon och andra föremål med inbyggd elektronik och internetuppkoppling kan styras eller utbyta data över nätet.

<sup>2</sup> Enligt Council Directive 2009/119/EC and the International Energy Program Agreement

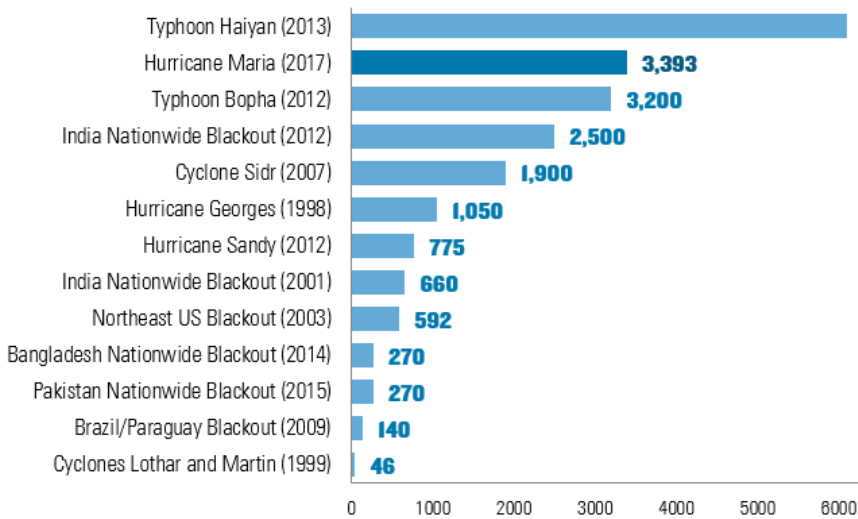
operatörens kontroll. Om ett avbrott varar längre än 12 timmar har kunderna rätt till kompensation. Åtgärder för att öka allmänhetens kunskap om lämpliga förberedande åtgärder som kan göras i det egna hushållet för att mildra konsekvenserna av ett eventuellt elavbrott ska genomföras. Ett exempel är nyutgåvan av broschyren Om krisen eller kriget kommer som distribuerades till alla svenska hushåll i maj 2018.

Svenska Kraftnät arbetar med förberedande åtgärder så att elförsörjningen ska vara tryggad vid extrema händelser som kan utsätta samhället för svåra påfrestningar. Krisberedskapsåtgärder finns för att förebygga energibortfall och för att mildra konsekvenserna om det skulle uppstå. Dessa innebär bl. a. att uppmuntra till minskad elkonsumention och om detta inte är tillräckligt finns en plan för ransonering av el. För att mildra konsekvenserna för samhället har en metod utvecklats för planering och prioritering av samhällsviktiga elanvändare, Styrel<sup>3</sup>. Men, under den senaste tjugoförperioden har det inträffat flera större energibortfall, såväl nationellt som internationellt, som visat hur känsliga många verksamheter och samhällsekonomiskt vitala delar är.

Trots ökade ansträngningar hos elnätplanerare och verksamhetsutövare, ökar antalet stora energibortfall runt om i världen. Energibortfallen orsakas bl.a. av extrema väderhändelser eller mänskligt utlösta händelser såsom driftfel eller sabotage, inklusive cyberattacker. [IEC 2014] Detta orsakar ofta såväl enorma kostnader för samhället i stort, inklusive näringslivet, som mänskligt lidande. Exempelvis lämnade jordbävningen med efterföljande tsunami i Japan år 2011 upp till 8 miljoner människor utan ström i över 10 dagar [Murphy 2011] och ett kaskadfel år 2012 i Indien lämnade 620 miljoner människor (mer än 9 % av världens befolkning vid tidpunkten för energibortfallet) utan el [Nessman 2012, Times of India 2001]. Elbortfallet som orsakades av orkanen Maria, som drabbade Puerto Rico september 2017, hade nio månader senare (juni 2018) inte fullt åtgärdats, samtidigt som en ny orkansäsong inletts [Daily News 2017].

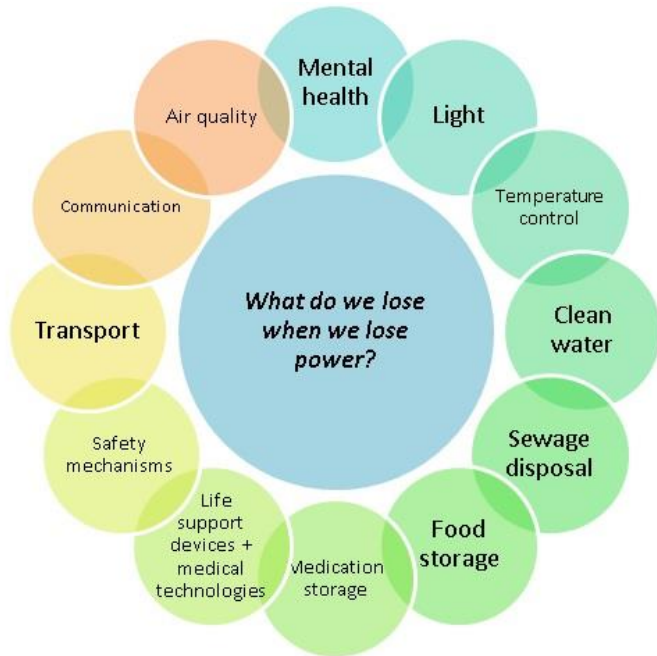
---

<sup>3</sup> Enligt Förordning SFS 2011: 931



**Figur 1.** Antalet uppskattade miljoner förlorade abonnenttimmar under det aktuella avbrottet, vid några av de mest omfattande energibortfallen i världen [modifierad efter Houser and Marsters 2018].

Störningar i energiförsörjningen kan även ha direkt och indirekt påverkan på civilbefolkningens hälsa. En artikel från PLoS Current Disasters (2014) identifierade 20 vetenskapliga artiklar inom området vilka visade att energibortfall påverkar hälsa på många nivåer och på flera olika sätt (se figur 2). Artikelns slutsats var dock att sambanden mellan energibortfall och hälsa förefaller vara tämligen outforskade. [Klinger *et al.* 2014] En nyligen publicerad studie om hälsoeffekter av lokala strömbavbrott visar på ett samband mellan energibortfall och negativ hälsopåverkan. Den indikerar dessutom att frekvensen av energibortfall kommer att öka som en följd av klimatförändringen och dess effekter. [Domianni *et al.* 2018].



**Figur 2.** Vad förlorar vi när vi förlorar elen? Figuren illustrerar olika områden av relevans för hälsa som kan påverkas av ett energibortfall [Klinger *et al.* 2014].

Det finns således ett behov av att öka förståelsen över hur energibortfall, oavsett orsak, direkt eller indirekt kan orsaka hälsopåverkan i samhället. FOI har, inom ramen för det försvarsdepartementetsfinansierade anslagsprojektet CBRN i störd miljö,<sup>4</sup> tagit fram en kunskapsöversikt avseende kort- och långvariga konsekvenser av energibortfall. Denna avses fungera som ett underlag för scenario-diskussioner enligt de fem typfall som tagits fram på uppdrag av MSB [Lindgren 2014, Jonsson 2018a] rörande möjliga hälsokonsekvenser från energibortfall i olika konfliktnivåer, tidsrymder och geografiska områden i Sverige.

<sup>4</sup> Med störd miljö avsåg författarna ursprungligen ett tillstånd eller ett händelseförlopp som kan vara naturligt åsamkat, exempelvis ett bortfall av eller en svår störning i en samhällsviktig verksamhet som ensamt eller tillsammans med motsvarande händelser i andra verksamheter på kort tid kan leda till att en allvarlig kris inträffar i samhället. Detta tillstånd kan vara - men är inte nödvändigtvis - antagonistiskt orsakat. Samhällets krisberedskap måste dock kunna hantera både och, i värsta fall samtidigt.

Studien har indelats i en beskrivande del (denna rapport) och en scenariobaserad framåtblickande del där ett CBRN-perspektiv kommer att beaktas (kommande rapport).

## **1.1 Syfte**

Syftet med denna studie är att studera kort- och långsiktiga, direkta och indirekta konsekvenser från energibortfall på samhällsviktig verksamhet och folkhälsan.

## **1.2 Metod**

Studien har genomförts som en litteraturstudie med en genomgång av ett antal i öppen litteratur beskrivna verkliga händelser avseende energibortfall och dess konsekvenser. Underlaget har insamlats via sökningar på internet, i olika databaser såsom FOIs rapportdatabas, databaser över vetenskapliga artiklar, relevanta myndigheters och företags publikationer, samt medierapportering.

En fördjupning har gjorts av stormen Gudrun 2005, då det är en av de allvarligaste naturkatastroferna som drabbat Sverige i modern tid med ett omfattande, långvarigt energibortfall som följde. En annan fördjupning har gjorts av det stora energibortfallet efter orkanen Maria i Puerto Rico, då det är det näst största energibortfallet i världen och tillika det största i USA:s historia.

## **1.3 Avgränsning**

Det har alltid funnits beroenden mellan olika verksamheter i samhället. Dessa beroenden har dock blivit fler och starkare. Några orsaker till detta är dels teknikutvecklingen, dels en ökad grad av specialisering i samhället. Till de faktorer som bidrar till dessa förändrade beroendeförhållanden hör även en ökande internationalisering och globalisering. Finns det till och med beroenden som kan innebära att en kris i en samhällsviktig verksamhet kan leda till en allvarlig störning av samhället? Exempel på hur störningar i en sektor flödar vidare till andra sektorer pga. deras beroenden av varandra finns beskrivna i litteraturen [MSB 2009]. Dessa diskuteras dock inte vidare här.

## 2 Elavbrott, dess orsaker och generella konsekvenser

### 2.1 Orsaker

Elnäten världen över är konstant utsatta för olika typer av risker som kan leda till elavbrott eller störningar i elförsörjningen. Elavbrott är vanliga och kan inträffa året om. Exempel på riskfaktorer är extremt väder, tekniska fel, samordningsfel, överbelastning samt antagonistiska handlingar.

*Väderrelaterade orsaker:* Vädret är en stor riskfaktor för elförsörjningen. Elavbrott kan t.ex. uppstå när träd välter över elledningar och klipper av eller kortsluter dessa. I Sverige förekommer det någon gång varje år stormar med höga vindstyrkor som utgör en fara för elnätet.

Sommartid är en vanlig orsak till elavbrott att blixten slår ner i ledningar eller annan teknisk utrustning [Pettersson 2016]. Blixtnedslaget skapar onormala spänningar som kan slå sönder säkringar och annan teknik.

Stora regnmängder kan spola med sig stora mängder material, inklusive elstolpar. Dammar kan också riskera att brista vid extrema vattenflöden.

Vintertid kan kraftig nedisning av elledningar och stolpar medföra att dessa till slut inte klarar att bära lasten och rasar samman [Socialstyrelsen 1998].

Träd kan också falla över elledningar till följd av att tung blöt snö tynger ned träden tills de knäcks och faller. Denna effekt kan förstärkas om det snöar kraftigt samtidigt som det blåser hårt.

Vid sträng kyla kan elnätet bli för högt belastat. Då finns det risk för att säkringar i kabelskåp och nätstationer löser ut, vilket leder till elavbrott.

*Tekniska fel:* Tekniska fel i exempelvis ställverk är en vanlig orsak till strömavbrott. De kan inträffa nästan var som helst i elnätet.

*Effektbrist* innebär att elen inte räcker till, exempelvis under mycket kalla vinterdagar när elförbrukningen är hög. Under 2018 varnade Svenska kraftnät för att växande städer, elektrifiering i samhället och

nya industrier har gjort att delar av Sverige riskerar elbrist. Situationen är mest ansträngd i Mälardalen och Malmöregionen.

*Samordningsfel:* Samordningsfel utlöses ofta av andra faktorer som tekniska fel eller väderrelaterade orsaker som sedan på något vis fortplantar sig. Samordningsfel har vid ett par tillfällen gett upphov till strömavbrott av enorma dimensioner då över 600 miljoner människor drabbats, vilket påvisat allvarliga brister i de drabbade ländernas elsystem.[Energimyndigheten<sup>5</sup> 2004, Beatty *et al.* 2006, Nessman 2012]

*Mänskliga faktorer:* Den mänskliga faktorn kan ibland orsaka strömavbrott eller förvärra aktuella strömavbrott. Det kan ske genom söndergrävda ledningar, felaktiga beslut som resulterar i, eller förvärrar ett aktuellt strömavbrott, fel som orsakas vid underhåll, oavsiktliga nödstopp, eller olyckor.

*Medveten handling:* Terrorism, sabotage och vandalism kan också rikta sig mot elförsörjningen. Angrepp på kraftledningsnätet kan leda till stora störningar och avbrott i elförsörjningen [Luhn 2015]. Den ökade automatiseringen har inneburit att allt färre anläggningar är bemannade, vilket underlättar sabotage mot desamma.

Datorintrång i styr- och övervakningssystem är ett potentiellt medel för den som uppsåtligt vill sabotera elförsörjningen i Sverige, såsom inträffat i exempelvis Ukraina, se avsnitt 3.8 Elavbrott i Ukraina och Krimhalvön december 2015 och Jonsson [2018b].

## 2.2 Konsekvenser

Stora elavbrott kan få omfattande konsekvenser för samhällsviktig verksamhet/funktioner. Inte bara rent ekonomiskt, utan även påverkan på fysisk infrastruktur, miljöpåverkan, samt obehag på individnivå, inklusive personskador. Det finns många faktorer som avgör avbrottets påverkan på samhället, däribland:

- *Avbrottets längd:* Korta avbrott har sällan någon märkbar påverkan på individnivå. Avbrottens konsekvenser blir däremot större, desto längre avbrottet är. Vid komplexa industriella processer kan dock även ett kort avbrott få stor ekonomisk

---

<sup>5</sup> Energimyndigheten, egentligen Statens energimyndighet, är en svensk statlig myndighet, som sorterar under Miljö- och energidepartementet.



inverkan. Vid viss typ av djurhållning kan korta avbrott också få stora konsekvenser (se bilaga 1).

- *Tidpunkt för avbrottet*: Om avbrottet sker nattetid och/eller lunchtid så drabbar inte avbrottet samhället lika hårt. Framför allt märker den enskilde individen det inte lika mycket.
- *Årstid*: Ett avbrott på sommaren får generellt lägre konsekvenser än ett avbrott av samma omfattning på vintern.
- *Väder*: Är det kallt ute så drabbas ett samhälle generellt hårdare av ett strömbavbrott.
- *Geografisk utspridning*: Ju större urbaniserad yta som drabbas, desto större blir också konsekvenserna.
- *Stad eller landsbygd*: Beredskap för och förutsättningar att hantera ett energibortfall varierar mellan stad och landsbygd.
- *Nivån av teknisk utveckling i samhället*: Komplexa samband och processer får ofta höga kostnader i samband med även kortare avbrott.

## 2.3 Förväntade problem vid energibortfall

Förväntade problem vid energibortfall uppskattas regelbundet av aktörer, där löpande utveckling av robusta lösningar, beredskap och tillgång till/konkurrens om reservkraft utgör föränderliga faktorer. Exempel på en översikt över förväntade problem inom olika sektorer återges i bilaga 1.

### 3 Exempel på konsekvenser vid inträffade energibortfall

Denna studie har beaktat konsekvenser av energibortfall med fokus på befolkningen och samhällsviktiga funktioner av relevans för hälsa och säkerhet. Där det är relevant har de sju prioriterade områdena för att stärka såväl den fredstida krisberedskapen som arbetet med civilt försvar som MSB har utarbetat beaktats.<sup>6</sup>

Olika varaktigheter av energibortfall har studerats och sorterats i intervaller, vilket redovisas i detta kapitel.

Studien har inte kunnat identifiera någon enhetlig definition för vad som utgör kort- respektive långvariga utbrott eftersom vad som anses vara korta och långa avbrott varierar stort, liksom de konsekvenser dessa medför. Några exempel på intervaller visas i bilaga 1. I tabell 2 sammanfattas konsekvenserna av inträffade händelser med elavbrott som följd, och som beskrivs i denna rapport utifrån skalan som visas i tabell 1.

---

<sup>6</sup> Dessa kategorier är: Energiförsörjning, Livsmedel (inklusive dricksvatten), Transporter, Hälso- och sjukvård samt omsorg, Finansiella tjänster, Information och kommunikation samt Skydd och säkerhet.

**Tabell 1.** Översikt av konsekvenser som använts för att bedöma de händelser som beskrivs i tabell 2 [Veibäck *et al.*].<sup>7</sup>

Skalor för konsekvensbedömning

| Skala i riskmatrisen | Skalor för konsekvenskategori                     |                                        |                                     |
|----------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------|
|                      | Kvantitativ skala, människa                       | Kvantitativ skala, Ekonomi/miljö (SEK) | Kvalitativ skala, Politiska/sociala |
| <b>Mycket stora</b>  | ≥ 50 döda och/eller<br>> 100 svårt skadade        | > 1 miljard                            | Mycket allvarliga                   |
| <b>Stora</b>         | 10-49 döda och/eller<br>50-100 svårt skadade      | 500 miljoner-1 miljard                 | Allvarliga                          |
| <b>Medelstora</b>    | 2-9 50 döda och/eller<br>10-49 svårt skadade      | 100-499 miljoner                       | Betydande                           |
| <b>Små</b>           | 1 död och/eller<br>1-9 svårt skadade              | 20-99 miljoner                         | Små                                 |
| <b>Mycket små</b>    | Inga döda eller svårt skadade, antal lätta skador | > 20 miljoner                          | Mycket små                          |

<sup>7</sup> Konsekvenserna av ett scenario analyseras i relation till de nationella skyddsvärdena men presenteras i relation till EU:s tre konsekvenskategorier Människa, Ekonomi/Miljö samt Politiska/Sociala konsekvenser. Skyddsvärdena är nära kopplade till EU:s konsekvenskategorier, men omfattar något fler typer av konsekvenser. Hur sambanden är mellan de svenska skyddsvärdena och EU:s konsekvenskategorier framgår av tabell 1 i MSB 28183.

**Tabell 2.** Översikt av händelser som beskrivs i rapporten samt de konsekvenser av dessa som redovisats i tabell 1.

| Händelse         | När  | Varaktighet           | Orsak                                  | Konsekvenser för människor | Konsekvenser för ekonomi/miljö | Politiska och sociala konsekvenser |
|------------------|------|-----------------------|----------------------------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------------------------|
| Dalarna          | 2016 | <12 timmar            | Tekniskt fel                           | Mycket små                 | Mycket små                     | Mycket små                         |
| Sydsverige       | 2003 | 1 minut-6 timmar      | Samordningsfel orsakat av tekniskt fel | Medelstor                  | Medelstora                     | Mycket små                         |
| S. Sthlm         | 2012 | <12 timmar            | Tekniskt fel                           | Mycket små                 | Mycket små                     | Mycket små                         |
| Italien          | 2003 | 12 timmar             | Samordningsfel (överbelastning)        | n.a.                       | n.a.                           | n.a.                               |
| Stockholm        | 2001 | 34 timmar             | Tekniskt fel (brand)                   | Mycket små                 | Små                            | Mycket små                         |
| USA samt Ontario | 2003 | 7 timmar till 2 dagar | Tekniskt fel (datorfel)                | Mycket små                 | Mycket stora                   | Mycket små                         |
| Ohio, USA        | 2008 | 3 dagar till 1 vecka  | Orkan (Hurricane Ike)                  | Små                        | Mycket stora                   | Mycket små                         |
| Ukraina          | 2015 | 3 dagar till 1 vecka  | Antagonistiskt (attack och cyber)      | Mycket små                 | n.a.                           | Betydande                          |
| Dagmar, Sverige  | 2011 | >1 vecka              | Storm                                  | Mycket små                 | Medelstora                     | Mycket små                         |

| Händelse              | När         | Varaktighet                          | Orsak                                     | Konsekvenser för människor | Konsekvenser för ekonomi/miljö | Politiska och sociala konsekvenser |
|-----------------------|-------------|--------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------------------------|
| Gudrun, Sverige       | 2005        | >1 vecka                             | Storm                                     | Stora                      | Mycket stora                   | Små                                |
| Sandy, USA            | 2012        | >1 vecka                             | Storm                                     | Mycket stora               | Mycket stora                   | Små                                |
| Kanada                | 1998        | 2-4 veckor                           | Isstorm, extrem isbildning på elledningar | Stora                      | Mycket stora                   | Mycket små                         |
| Auckland, Nya Zeeland | 1998        | 5 veckor-2,5 månader                 | Tekniskt fel (en serie kabelbrott)        | Mycket små                 | Mycket små                     | Mycket små                         |
| Puerto Rico           | 2017 - 2018 | 84 dagar i genomsnitt, upp till 1 år | Orkan (Maria)                             | Mycket stora               | Mycket stora                   | Mycket allvarliga                  |
| Kosovo                | 1999 -      | Intermittent elförsörjning flera år  | Konflikt/ postkonflikt                    | n.a.                       | n.a.                           | n.a.                               |
| Syrien                | 2010 -      | Intermittent elförsörjning flera år  | Konflikt                                  | n.a.                       | n.a.                           | n.a.                               |

n.a. = ej bedömt

### **3.1 Elavbrott under ca 1-3 timmar i Dalarna, augusti 2016**

Strax efter klockan 02 natten till söndag den 21 februari 2016 drabbades Dalarna av ett strömavbrott under någon till några timmar.<sup>8</sup> Avbrottet skedde på regionnätet, det s.k. överliggande nätet, som ägs av Ellevio och ger ström åt Falu Energi och Vatten samt Borlänge Energi.

Omkring 33 000 abonnenter blev bekräftat strömlösa, men enligt Länsstyrelsen i Dalarna kan upp till 100 000 hushåll ha drabbats.

I Falun orsakade avbrottet driftstörningar i fjärrvärmenätet. Kraftvärmeverket startades med reservkraft. Enligt SOS Alarm var det ett stort avbrott med många automatlarm och räddningstjänsten fick rycka ut i nästan alla kommuner.

Enligt Ellevio var orsaken till strömavbrottet ett haveri i mottagningsstationen Repbäcken i Borlänge.<sup>9,10</sup> [Dalarnas Tidning 2016, SVT 2016, Dala-Demokraten 2016]

#### **3.1.1 Konsekvenser för befolkningen och samhällsviktiga institutioner**

Primärvården (hälsocentralerna i Orsa, Rättvik och Leksand) drabbades med bl.a. problem att komma åt journaler och landstingsverksamheter i det drabbade området var svåra att nå via telefon.

SOS Alarm blev nedringt angående avsaknad av el (noteras bör att SOS Alarm inte kan svara på el-relaterade problem).

Fast telefoni slogs ut på många håll och flera telenät fick problem.

---

<sup>8</sup> I t.ex. Falun var strömmen borta mellan cirka 02.21 och 03.15.

<sup>9</sup> Ett jordfel orsakade det stora strömavbrottet i Dalarna - men varför felet uppstod fortsätter att gåcka elbolaget. <https://www.dt.se/artikel/allmant/dalarna/jordfel-bakom-det-stora-stromavbrottet-i-dalarna-men-orsaken-fortsatter-gacka-elbolaget>. 26 februari 2016.

<sup>10</sup> En transformator hade fattat eld och exploderat av okänd anledning. Det började sedan återigen brinna i ställverket, troligen för att den olja som fanns i transformatorn blivit för het efter den första branden och fattade därför eld igen. Enligt Borlänge Energi kan det bero på transformatorns ålder (ca 30 år).

Det blev stopp i tågtrafiken mellan Mora och Borlänge på grund av avbrottet.

Strömavbrottet påverkade polisen runt om i Dalarna, med svårigheter att använda datasystem. Det var också problem med att nå enskilda medarbetare via telefon.

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB), tydliggjorde att privatpersoner ska vara beredda att klara av 72 timmars samhällskris. Detta möttes av viss kritik och det framfördes att en sådan beredskap är särskilt orimlig under vintern.<sup>11</sup>

Läckage på en fjärrvärmeledning kan ha varit en konsekvens av strömavbrottet, vilken påverkade större delen av Borlänge [SVT 2016]. Vattnet läckte ut från en kammare som ligger vid sidan av E16 och det var därför också begränsad framkomlighet på körbanan.

Länsstyrelsen har utvärderat händelsen i syfte att stärka länets krishanteringsförmåga. En enkät skickades till berörda kommuner, räddningstjänst, polis, Försvarsmakten och landstinget i Dalarna. Utvärderingen fokuserade på hur ledning och samverkan fungerade medan strömavbrottet pågick. [SVT 2016]

### **3.1.2 Slutsatser i efterhand - vad mildrade negativa konsekvenser?**

- Sjukhusen blev inte utslagna då de fungerade med hjälp av reservgeneratorer.
- SOS-centralen i Falun fungerade med hjälp av reservkraft. Övriga ärenden i Dalarna (ej relaterade till strömavbrottet), som akuta sjukdomsfall och trafikolyckor, hanterades under strömavbrottet av andra SOS-centraler i landet.
- Polishuset i Falun, där polisens länskommunikationscentral finns, fungerade med reservkraft.
- Kommunikation mellan myndigheter (MSB, sjukhus, räddningstjänst och polis) fungerade väl via kommunikationssystemet Rakel.

---

<sup>11</sup> Att beredskapen hos allmänheten för allvarliga påfrestningar i samhället är för låg har uppmärksamrats allt mer och regeringen har givit MSB i uppdrag att öka privatpersoners kunskap om krisberedskap, höjd beredskap och ytterst krig. I maj 2018 gav därför MSB ut en ny version av broschyren Om krisen eller kriget kommer. Den senaste versionen publicerades 1961.

## **3.2 Elavbrott under 1 minut-6 timmar, Sydsverige**

Den 23 september 2003 inträffade två dimensionerande fel inom ett mycket kort tidsintervall, vilket överbelastade det svenska elnätet. Det första felet rapporterades klockan 12:30 då problem med en ventil framtvingade ett snabbstopp av block 3 vid kärnkraftverket i Oskarshamn. Detta fel var allvarligt och orsakade ett effektbortfall på 1176 MW, vilket belastade nätet hårt. Bortfallet komprimerades genom ökad vattenkraftsproduktion samt ökad elimport från Norge och Finland. Även om felet var hanterbart medförde det en kaskadeffekt i form av ett tekniskt fel i ställverket i Horred, till vilket två reaktorer i Ringhals är anslutna. Genom dessa två reaktors frångkoppling förlorades en sammanlagd effekt på ca 3000 MW. Strömavbrottet drabbade ett mycket stort geografiskt område. I princip hela södra Sverige (96 kommuner) blev strömlöst och det kraftiga spänningssbortfallet spred sig även till Danmark. [Svenska kraftnät 2003]

### **3.2.1 Konsekvenser för befolkningen och samhällsviktiga institutioner**

Totalt blev uppskattningsvis uppemot 2,9 miljoner svenskar och 2,4 miljoner danskar strömlösa. Eftersom elnäten i stort sett var intakta kunde dock importerad kraft och reservkraft ersätta förlorad produktionskapacitet och de lokala elnäten spänningssattes efter hand. Som kortast varade strömavbrottet i bara någon minut, medan det på andra ställen varade uppemot 6 timmar. [Energimyndigheten 2004]

Samhällskostnaderna för strömavbrott blev mycket stora. Stoppet av reaktor Oskarshamn 3 medförde långvariga produktionsstörningar och ett intäktsbortfall för ägaren på ca 400 miljoner kronor.

### **3.2.2 Slutsatser i efterhand - vad mildrade negativa konsekvenser?**

- Några långsiktiga konsekvenser kunde inte identifieras, inte heller oro för att sådana skulle kunna visa sig i en framtid, förutsatt en fortsatt hög leveranssäkerhet.
- De yttre omständigheterna vid strömavbrottet var förhållandevis milda eftersom det var lunchtid och väderleken var mild.



- Strömbrottet föreföll inte ha medfört påtagligt negativa konsekvenser för miljön. En viktig faktor är att industrin, där miljöfarliga utsläpp kan befaras, förefaller prioritera reningsanläggningarna så att man har kontroll över dessa och kan undvika negativa konsekvenser.

### **3.3 Södra Stockholm 2012**

På eftermiddagen den 3 december 2012 började elen slås ut i södra Stockholm. Avbrottet växte sedan i omfattning, från inledningsvis ca 40 000 abonnenter utan elektricitet till som mest 81 654 abonnenter. Det pågick under flera timmar under kvällen.

#### **3.3.1 Konsekvenser för befolkningen och samhällsviktiga institutioner**

Patientinformation och bokningssystem i datorer på vårdinrättningar var inte tillgängliga. Utrustning som trycksårsmadrasser och liftar slutade fungera. Säkerheten för hemtjänstpersonal försämrades.

Hissar, dörrlås, nyckelskåp och larm slutade fungera. Fast eller mobil telefoni fungerade inte.

Det var stopp i trafiken och tunnelbanetåg stod stilla vilket bl.a. ledde till att personal och föräldrar försenades vid hämtning i barnomsorgen.

En ökad skaderisk uppstod på grund av mörka lokaler som också blev kalla.

Ett köpcentrum måste utrymmas. Tillagning och distribution av mat försvårades. En stor oro i barngrupper och bland äldre kunde konstateras. [Aftonbladet 2012, Mitt i Stockholm 2012, Expressen 2012, Göteborgsposten 2012]

#### **3.3.2 Slutsatser i efterhand - vad mildrade negativa konsekvenser?**

- Polisen fick inte in några anmälningar om ordningsstörningar som kan kopplas till strömbrottet.

### **3.4 Elavbrott under ca 3-12 timmar, Italien**

Natten mot söndagen den 28 september 2003 drabbades Italien av ett omfattande strömbrott som drabbade ca 55 miljoner människor [BBC News 2003]. Italien är starkt beroende av importerad el och

importerar ca en fjärdedel av sitt elbehov. Den utlösande faktorn var överbelastning i en schweizisk 380 kV-ledning. Denna händelse utlöste sedan en serie händelser som mynnade ut i strömavbrottet som mörklade hela Italien, förutom Sicilien. Flera faktorer bidrog till att strömavbrottet eskalerade, bland dem var att varken Schweiz eller Italien förstod allvaret i situationen och därför inte vidtog nödvändiga åtgärder tillräckligt snabbt. Detta ledde till att kvarvarande kraftledningar som var ihopkopplade med det europeiska nätet överbelastades och kopplades ifrån. Det italienska nätet drabbades då av spänningskollaps och ett antal kraftverk kopplades automatiskt ifrån. Denna kedjereaktion fortlöpte lavinartat och omöjliggjorde upprättande av ö-drift. [Swiss Federal Office of Energy 2003, Energimyndigheten 2004]

#### **3.4.1 Konsekvenser för befolkningen och samhällsviktiga institutioner**

Tre dödsfall har påståtts härröra från avbrottet: en man som avled i en trafikolycka i en korsning utan fungerande belysning och två äldre kvinnor som föll ner för mörklägda trappor. [CNN 2003]

Natten den 27 september 2003 var natten för den årliga Nuit Blanche (ett återkommande konstenemang) i Rom och många människor var således ute på gatorna. Kollektivtrafiken var fortfarande verksam vid tiden för avbrottet men avbrottet tvingade evenemanget att stänga i förtid. Flera hundra personer fastnade i tunnelbanan och många människor tillbringade natten i tågstationer och på Roms gator.

Italienexemplet anses vara ett typexempel på hur kaskadeffekter kan uppstå i beroende system. [Buldyrev *et al.* 2010]

#### **3.4.2 Slutsatser i efterhand - vad mildrade negativa konsekvenser?**

- Tidpunkten för avbrottet (nattetid) anses ha minskat följderna av avbrottet
- Sjukhus och akutmottagningar fungerade med reservkraft.

### **3.5 Elavbrott i Kista-området under drygt ett dygn 2011 Stockholm**

Den 11 mars 2001 orsakade en brand i Akallatunneln ett elavbrott som drabbade invånare och 30 000 arbetsplatser i norra Stockholm.<sup>12</sup> Avbrottet varade i ca 1,5 dygn.<sup>13</sup>

De flesta verksamheterna i området avstannade helt under strömbavbrottet.

#### **3.5.1 Konsekvenser för befolkningen och samhällsviktiga institutioner**

Rinkeby närsjukhus stängdes men trots att vårdcentraler saknade elström höll de öppet. Akutsjukhus och ambulanssjukvård hade låg belastning

Skolor och förskolor höll öppet. Hissar slutade fungera på äldreboenden. Reservkraft kopplades in efter ett dygn varpå värme och ventilation åter fungerade.

Många livsmedelsbutiker i området stängde eftersom belysning saknades och kassasystemen var ur funktion. Mat i kylar och frysar förstördes. Några livsmedelsbutiker sålde sina varor på gatan utanför affären och hade utförsäljning av kyl- och frysvaror. Varor som det var stor efterfrågan på, exempelvis värmeljus och batterier, såldes snabbt slut i affärerna. Detta gjorde att de boende tvingades åka till butiker i närliggande områden för att handla livsmedel, vilket gjorde att transporter och tidsåtgång ökade och ställde till problem för äldre, sjuka och funktionshindrade.

Ett betydande problem för hushållen var förvaring och tillagning av mat. Stadsdelsförvaltningar, bostadsföretag, försäkringsbolag och Socialjouren fick ta emot samtal från människor som oroades över livsmedel i sina kylar och frysar. En stor andel av de boende lagade inte varm mat i bostaden, utan åt hos vänner och bekanta eller på snabbmatsrestauranger. Den mat man åt i hemmet var ofta av enklare

---

<sup>12</sup> Elavbrottet i Kista-området (Akalla, Kista, Husby, Rinkeby, Tensta m.fl.) i mars 2001 orsakades av en brand i Akallatunneln och resulterade i ett elavbrott i 34 timmar. Det drabbade 19 000 kunder, 16 000 hushåll, 700 företag.

<sup>13</sup> Vid ett ytterligare avbrott året efter (2002) tog det 2,5 dygn innan strömmen var tillbaka.

slag, t.ex. kall mat, som smörgåsar, konserver och sallader. Vissa försökte grilla eller använde stormkök och värmeljus etc. på balkonger, loftgångar och inomhus, vilket ledde till flera utryckningar för brandkåren.

Alla hushåll hade inte varmvatten. Mängden vatten var begränsad till matlagning men inte för tvätt och dusch. Stockholm Vatten kopplade in reservkraft.

Cirkulationspumpar till fjärrvärmens slogs ut och ventilationen slutade fungera i 18 % av hushållen.

Brist på reservkraft var ett stort problem, då många företag inte hade egna reservkraftaggregat och dessutom inte visste var eventuell tillgänglig reservkraft fanns. Kommunala bolag och förvaltningar var något bättre förberedda, eftersom de hade förberett för millenniumskiftet.

Belysning, elektroniska lås, larm- och säkerhetssystem påverkades och slutade i många fall att fungera.

Många tekniska system som datorer, tv, radio och telefonväxlar slutade fungera och informationsspridning försvårades. Mobilnät och det fasta telefnätet slogs ut.

Tunnelbanan påverkades och trafiksignaler slutade fungera. Då många flyttade till släkt och vänner i andra delar av staden ökade trafiken.

Många kände oro och bevakningen förstärktes eftersom larm, lås och portkoder slutade fungera och belysningen slocknade.

### **3.5.2 Slutsatser i efterhand - vad mildrade negativa konsekvenser?**

- Störning och skadeutfall på samhället blev relativt låg. Under andra omständigheter som svår kyla eller längre avbrottstid hade konsekvenserna kunnat bli mycket allvarligare.
- Dygnstemperaturen var ca +5 °C. Om det hade varit kallare hade en evakuering av äldre, sjuka, barnfamiljer och handikappade blivit aktuell.
- Avloppsvattenhanteringen fungerade eftersom Stockholm vatten kopplade in reservkraft.

- Avbrottet ledde till merkostnader för hushållen men ingen anmälan till försäkringsbolag skedde (i dessa områden har inte alla hemförsäkring). [Jönson och Fischer 2005]
- Sanitära problem hade kunnat uppstå om elavbrottet varat under en längre tid och hushållen hade kastat alla förstörda livsmedel i soptunnor och soprum. Svenska Bostäder hade identifierat detta problem och beställde containrar som skulle användas för att transportera bort matavfall och sopor. Detta blev dock aldrig aktuellt eftersom elavbrottet blev kortare än man först befarat.
- Brottsligheten ökade endast marginellt.

### **3.6 Elavbrott under ca 2 dygn i nordöstra USA och Ontario**

Den 14 augusti 2003 förlorade 55 miljoner abonnenter i USA elen i ett avbrott som varade i nästan två dygn. Anledningen till avbrottet inte omedelbart uppenbar, men det visade sig i efterhand att två separata datorfel inverkat. [NERC 2004]

Samtidigt inträffade en serie strömavbrott. En generator i en kraftstation fick ett fel, och styrsystemet ledde automatiskt om kraft från övriga delar av nätet för att kompensera. Elledningar som får ökad belastning kommer dock att värmas upp, bli längre, samt hänga närmare marken. Minst tre elledningar hade träd så nära att de kortslöts. Systemet försökte kompensera även för dessa, och skickade samtidigt larm efter larm till operatörerna. Dessa fick dock inga uppdateringar till sina skärmar på grund av datorfelen. Resultatet blev en kaskad av fel, där fler och fler system stängde ner och fler och fler system kopplades in för att kompensera för det allt större spänningsfallet i nätet. Detta ledde till en total systemkollaps och fullständigt bortfall av strömförsörjning för ett stort geografiskt område.

#### **3.6.1 Konsekvenser för befolkningen och samhällsviktiga institutioner**

Åtta delstater i USA och en kanadensisk (Ontario) drabbades av strömavbrottet, som varade mellan 7 timmar och 2 dagar. I New York berördes 9 miljoner människor. [CNN 2003]

Den totala mortaliteten, dvs. både direkt, som en följd av olyckor och indirekt, till följd av sjukdom, ökade med ca 28 % [Anderson and Bell 2012]. Ett dokumenterat dödsfall skedde till följd av en hjärtattack vid evakuering från ett höghus [Barstow 2003].

Trots förekomsten av reservkraft saknade 4 av 75 sjukhus i New York el, som längst 2 timmar och 45 minuter [Beatty *et al.* 2006]. Flera sjukhus var beroende av el-genererad ånga för autoklaver för sterilisering. Vaccinlager som inte kunde kylas riskerade att behöva kasseras.

Andelen vårdsökande ökade och de akutmottagningar som hade el blev överfulla [ED Manag. 2003]. Ambulansskårens inställelsetid blev längre, delvis på grund av att mobiltelefonin havererade [Freese *et al.* 2006, Barron 2003].

Apotek höll stängt och människor hade svårt att få tillgång till receptbelagd medicin [Barstow 2003].

Personer som vårdades i hemmet med behov av hemventilatorer och nebulisatorer<sup>14</sup> fick problem [Greenwald *et al.* 2004].

Innovativa lösningar förekom där personal vid ett av sjukhusen köpte vatten som frystes in i en fungerande frys, för att kunna svalka patienter [Botelho 2003].

Utbrott av diarréer inträffade efter strömavbrottet, vilka antas vara en följd av konsumtion av skämd mat [Marx *et al.* 2006]. Många restauranger var mörklägda.

Närmare 1,9 miljarder liter orenat avloppsvatten släpptes ut som en följd av reservkraft som inte fungerade.<sup>15</sup> Stränder fick stängas.

Bortforsling av avfall funderade dåligt under avbrottet. Extra insatser mot gnagare sattes in.

Flygplatserna hade reservkraft men förseningar uppstod ändå. Förseningar i tågtrafiken uppstod. Problem med mobiltelefoni uppstod.

Räddningstjänsten evakuerade över 800 hissar där människor satt fast [Barron 2003].

---

<sup>14</sup> En nebulisator är ett medicintekniskt hjälpmedel som genererar en fin aerosol för inhalation av vätskor.

<sup>15</sup> 500 miljoner gallons, 1 gallon = 3,78 liter

Många var instängda i varma tunnelbanevagnar [Kennedy 2003]  
Stadens funktion för folkhälsa<sup>16</sup> aktiverade sin krisfunktion.

### **3.6.2 Slutsatser i efterhand - vad mildrade negativa konsekvenser?**

- Distributionssystemet för dricksvatten utnyttjade självfall och vattentrycket kunde därför upprätthållas. Höghus kunde dock inte förses med vatten.
- 40 000 poliser och brandmän mobiliserades och inga rapporter om ökad brottslighet framkom.
- New York-börsen kunde hållas öppen med hjälp av reservkraft.
- Funktioner som begravningsbyråer, skadedjursbekämpning och en dygnet-runt telefontjänst för psykisk ohälsa kunde upprätthållas.

## **3.7 Orkanen Ike, Ohio**

Orkanen Ike var den tredje största orkanen under den atlantiska orkansäsongen 2008. Ike orsakade svåra översvämningar främst i Galveston, Texas, men även problem i Ohio, med vindhastigheter på 28-35 sekundmeter . Två miljoner elkunder blev strömlösa i avbrottet som varade upp till en vecka. [Schmidlin 2011]

Elförsörjningen återställdes till ungefär hälften av de drabbade elabonnenterna inom tre dagar, till 83 % efter fem dagar, och till 93 % av kunderna en vecka efter stormen.

### **3.7.1 Konsekvenser för befolkningen och samhällsviktiga institutioner**

Sju dödsfall rapporterades i Ohio, sex under själva stormen, och ett under efterdyningarna (en entreprenör dog av en elstöt under röjningsarbetet).

Det amerikanska Röda Korset tillhandahöll temporärt husrum och mat till de drabbade. Sjukhusen hade fungerande reservkraft medan hemsjukvården och hemtjänst hade problem. Ett antal personer behövde flyttas till tillfälliga boenden för att få tillgång till el.

---

<sup>16</sup> New York City Department of Health and Mental Hygiene

Det amerikanska Naturvårdsverket levererade generatorer och bränsle till vattenverk och avloppsreningsverk. Vissa verk saknade dock reservkraft och kunde inte leverera dricksvatten och orenat avloppsvatten gick ut i vattendrag.

Orkanen Ike inverkade på oljeproduktionen i Mexikanska golfen och raffinaderiverksamhet i Texas, vilket ledde till bränslebrist i flera stater. Vissa bränsleterminaler i Ohio stängdes i brist på bränsle och ström. Köerna för att tanka var långa vid de tankningsstationer som fungerade.

Skördeförluster av bl.a. majs, sojabönor, och frukt rapporterades. Spannmålsskörden hade inte startat före stormen, men de flesta grödor var mogna. Stora områden med majs blåste sönder, vilket omöjliggjorde skörd.

De ekonomiska skadorna av Ike blev omfattande och Ike orsakade de största ekonomiska skadorna av en naturkatastrof i Ohio sedan 1974.

### **3.7.2 Slutsatser i efterhand - vad mildrade negativa konsekvenser?**

- Hälsokonsekvenser av stormen som inte relaterade till akuta skador begränsades genom att en god förplanering hade gjorts och beredskap fanns på lokal nivå, liksom snabb respons från myndigheter, välgörenhetsorganisationer samt privatpersoner.
- De relativt gynnsamma temperaturerna under avbrottet begränsade effekterna.

## **3.8 Elavbrott i Ukraina och Krimhalvön december 2015**

På lördagskvällen den 21 november 2015 sprängdes kraftledningar från Ukraina och gjorde uppemot 1,9 miljoner människor på den av Ryssland annekterade Krimhalvön strömlösa. Undantagstillstånd utlystes under söndagen och måndagen deklarerades som en arbetsfri dag.

Rysk media rapporterade att det ryska energidepartementet erbjudit hjälp med att reparera ledningarna, vilket avslogs av ukrainska myndigheter, som sa att de kunde laga dem själva. Myndigheterna varnade dock för att elavbrottet kunde komma att pågå under lång tid. Elförsörjningen från Ukraina var delvis återställd efter några veckor



och har sedan dess utgjort en mindre del av Krimhalvöns elförsörjning. Extra dieselgeneratorer skickades från Ryssland till Krimhalvön då endast hälften av halvöns energibehov kunde tillgodoses genom lokal kraftproduktion inklusive förnyelsebara källor som vind- och solenergi [Luhn 2015]. Vid tiden för avbrottet fick Krimhalvön ungefär 70 % av sin el via Ukraina.

### **3.8.1 Konsekvenser för befolkningen och samhällsviktiga institutioner**

Närmare två miljoner människor var utan ström och i mörker under den helg då kraftledningarna sprängdes. Rysslands energidepartement återställde elförsörjningen i större städer på Krim genom generatorer, men de flesta var utan el under lördagen. Mer än 1,6 miljoner var fortfarande utan el och vatten i höga byggnader flera dagar efter attentatet. En vecka senare rapporterades det att stora städer hade ström några timmar om dagen medan vissa byar inte hade någon ström alls.

Reservgeneratorer för bl.a. sjukvård togs i bruk. Energidepartementet uppgav också att 13 mobila turbiner (naturgasdrivna generatorer som ofta är placerade i långtradare) skulle kunna sättas in. Initialt uppgavs att alla Krimhalvöns vårdinrättningar var uppkopplade till reservkraft och att de inte skulle komma att påverkas. En vecka efter attentatet rapporterades dock att reservkraften inte var tillräcklig för att förse Krims sjukhus med ström [Novikov och Biggs 2015].

Elavbrottet medförde att flera butiker och företag höll stängt och gatorna var mörka. Kring 150 skolor blev strömlösa. Skolor och förskolor var fortfarande stängda en vecka efter attentatet.

Krim har varit strömlöst tidigare så många hade installerat alternativa strömkällor hemma, men många var upprörda över att frysar gick sönder och att tvättmaskiner etc. inte fungerade och på vissa ställen var batterier och stearinljus slut i butikerna.

Bredband och mobilt internet slutade fungera men mobiltelefonin fungerade till viss del. Klagomål framkom om att mobilnäten fungerade så dåligt att det inte gick att nå ambulans och brandkår eller rapportera elbortfall.

Vissa transportproblem förekom där spårvagnar inte längre körde, trafikljus var avstängda och gator och vägar var helt mörklagda. Bensinstationer stängdes ner och de som fortfarande hade öppet hade långa köer.

Attackerna komplicerade de instabila relationerna mellan Moskva och Kiev som kvarstod pga. konflikten över territorium i östra Ukraina.

Ukraina anklagades för att inte reparera de saboterade kraftledningarna som förser Krimhalvön med energi på grund av politiska skäl och som svar på detta övervägde Moskva att stoppa kolinförsel till Ukraina [Russia Today 2015].

### **3.8.2 Slutsatser i efterhand - vad mildrade negativa konsekvenser?**

- TV- och radiosändningar som använde fristående elförsörjning fungerade.
- Kollektivtrafiken (bussar och tåg) fungerade. Den lokala flygplatsen och färjeförbindelsen till det ryska fastlandet fungerade också som vanligt.
- Den ryska Svartahavsflottan i Sevastopol verkade genom reservkraft.

#### **Efterspel**

Efter en månad med elektricitet som kom och gick försvann elförsörjningen igen den 23 december 2015, då sabotageprogram infekterade ukrainska energimyndigheter. Detta påverkade ca 80 000 hushåll i västra Ukraina. Forskare bekräftade att virusprogrammet som använts var BlackEnergy. Detta virus har också upptäckts vid attacker mot amerikanska energiinrättningar 2014 [RFE/RL 2016]. Enligt en rapport från SANS ICS hindrades även kunder från att rapportera elbortfall genom att telefonnätet överbelastades [E-ISAC and SANS 201]. Det var en välkoordinerad attack som förlamade energiföretaget genom att även hindra övervakningsstationer från att uppdateras. Experter beskriver händelsen som det första kända elavbrottet orsakat av en cyberattack [Finkle 2016]. En amerikansk firma har identifierat den ryska hackergruppen Sandworm som ansvariga för attacken. Avbrottet varade endast 6 timmar då man snabbt kunde återställa systemen med manuella funktioner [Ukraine Cyber Attack Analysis, <https://www.wishpond.com/lp/1406453/>].

### **3.9 Stormen Dagmar 2001**

Stormen Dagmar drabbade Mellansverige och södra Norrland under julhelgen 2011, med mycket omfattande trädfällning.<sup>17</sup> Stormen orsakade omfattande strömvabrott, inställd tåg- och färjetrafik och materiella skador på hus och bilar. Omkring 170 000 hushåll från Uppland upp till Västerbotten blev strömlösa. [Östersundsposten 2012, Orring 2013, Borås Tidning 2012]

Reservkraft användes i flera olika verksamheter, bl.a. för att säkra el till äldreboenden och vattenförsörjning.

#### **3.9.1 Konsekvenser för befolkningen och samhällsviktiga institutioner**

Larmfunktioner såsom nödnumret 112 slutade fungera.

Trygghetslarm slogs ut och vårdberoende var utan omvärldskontakt i flera dygn. Äldreboenden var utan ström.

Störningar på övervakning av vattenverk inträffade.

Avbrott på data- och telekommunikation skedde.

Bil- och tågtrafik stoppades och bensinkort slutade fungera.

Kommunikationsmöjligheten med kommunledningen försvann och det blev avbrott på data- och telekommunikation samt störningar i Rakelnätet.

Många basstationer för tele- och datatrafik klarade bara 2-6 timmar innan de stannade och efterhand placerades ett antal reservkraftaggregat ut på de viktigaste stationerna. Privatpersoner erbjöds låna ett litet bensindrivet reservkraftaggregat under nyårshelgen. Erfarenheterna visar hur viktigt det är med tydliga anvisningar för användning.

#### **3.9.2 Slutsatser i efterhand - vad mildrade negativa konsekvenser?**

- Slutsatserna efter stormen Dagmar är att reservkraftförsörjningen delvis fungerade bra. Men en mer välplanerad reservkraftförsörjning skulle ha minskat påverkan på den enskilde och systemets aktörer.

---

<sup>17</sup> Stormen drabbade även Norge och Finland.

### 3.10 Stormen Gudrun 2005

Lördagskvällen den 8 januari 2005 drabbades de södra delarna av Sverige av ett oväder som gavs namnet stormen Gudrun. Nära 30 000 km av ledningsnätet skadades, varav omkring 9 % så svårt att det krävdes komplett nybyggnation. Skadorna blev omfattande liksom uppröjningsarbetet. På endast några timmar försvann värden av ett helt års nationell skogsavverkning. I ett första skede ägnades alla tillgängliga resurser åt röjningsarbete. På flera håll tog det över en vecka att skapa fullgod framkomlighet.

På vissa håll slogs i princip alla viktiga samhällsfunktioner ut kortvarigt. Stora delar av södra Sverige blev strömlöst. Som värst var upp till 730 000 elkunder utan ström. [KBM 2005] De flesta återfick strömmen efter ungefär ett dygn, men tre veckor efter stormen var fortfarande 12 600 kunder strömlösa [Energimyndigheten 2005]. Vissa områden var särskilt svåra att åter förse med ström och vissa elabonnenter förblev strömlösa i 45 dygn [FMV 2006].

Mer än 3 000 reservkraftaggregat användes för att försörja samhällsviktiga verksamheter. Tillgången till reservkraft begränsades dock av att många reservkraftaggregat inte var anpassade för sitt ändamål eller var i så dåligt skick att de inte var funktionsdugliga.

### **Behovet av försvarets resurser**

Som mest deltog mer än 1 000 personer ur Försvarsmakten (FM) i arbetet.\* På kvällen den 8 januari togs den första kontakten till FM och kl. 22.30 var de första hemvärnsresurserna insatta. FM bidrog med personal och material, särskilt alternativa telekommunikationssystem och kunskapen att nyttja den. Den sista radiolänkförbindelsen kopplades ut så sent som i maj 2006.

Genom Svenska kraftnäts avtal med Försvarsmakten och frivilligorganisationerna kunde Svenska kraftnät snabbt mobilisera och bemanna fordon och andra resurser som avsevärt underlättade återuppbyggnadsarbetet. I det nu aktuella fallet råkade stormen dra fram över södra Sverige där det sista kvarvarande trängregementet var stationerat. En fråga som många har ställt sig är därför vad som skulle ha hänt om samma storm hade inträffat efter det att den pågående försvarsneddragningen och -omläggningen har genomförts? Räddningsinsatserna hade då fördröjts ett antal kritiska timmar eller dagar.

\* Om det därutöver hade varit en halv meter snö i området – vilket inte är helt ovanligt vid den aktuella årstiden – hade det dessutom behövts särskilda terränggående fordon som militära bandvagnar.

### **3.10.1 Konsekvenser för befolkningen och samhällsviktiga institutioner**

Stormen Gudrun har av Energimyndigheten klassats som den allvarligaste naturkatastrofen som drabbat Sverige i modern tid med 18 döda och ca 75 miljoner kubikmeter fälld skog. [Energimyndigheten 2006]

Dödsfall och olyckor uppkom genom fallande träd, i samband med uppröjningsarbetet av den stormfällda skogen och i samband med reparationsarbete av elledningar och kommunikationer. Sju personer omkom under själva stormnatten. Under hela stormåret 2005 rapporterades elva dödsolyckor i samband med uppröjningsarbetet. Några skogsägare uppges begått självmord till följd av stormskadorna efter stormen<sup>18</sup>. Vidare fördubblades antalet rapporterade arbetsolyckor

<sup>18</sup> Flera saknade försäkring och såg hur deras livsverk förstördes.

per volymenhet avverkat timmer i Sverige året efter Gudrun jämfört med året före<sup>19</sup>.

SOS Alarm fungerade men det överbelastades, trots ökad bemanning, då det gjordes tio gånger så många 112-anrop som nätet är dimensionerat för. Många sjukhus var tvungna att förlita sig till reservkraft under själva elavbrottet.

Utöver dödsfall och olyckor skadades skog, byggnader, infrastruktur och annan egendom. Stormen orsakade sällsynt stora skador på skog, vägar, järnvägar, el- och telenät. Totalt uppskattas merkostnaderna som stormen innebar för näringsliv och offentlig sektor till ca 20,8 miljarder kronor år 2005, varav skadan på skogen står för den absoluta merparten.

Den totala kostnaden för de fyra största svenska försäkringsbolagen låg på omkring 4 miljarder kronor. För företag innebar de ofta långvariga strömavbrotten ökade kostnader för bl.a. reservkraft och förlorade intäkter på grund av produktionsbortfall. Butiksinnehavare märkte ett påtagligt minskat intresse att köpa kapitalvaror men även varor som kläder och böcker. Samtidigt ökade inköpen av batterier, ficklampor, kartor och konserver. Speciellt ökade försäljningen av bensin och olja till alla reservkraftverk och skogsmaskiner.

Elavbrotten och isoleringen gjorde att många mjölkgårdar drabbades särskilt hårt [KBM 2005]. Det visade sig att många jordbruk inte hade den reservkraft som föreskrivits. I vissa fall ledde bristen på el till att mjölk fick kasseras. I detta avseende kan de samhällsekonomiska konsekvenserna sägas ha varit maximalt ogynnsamma.

Telekommunikationen (fast och mobil) skadades direkt av de stormfällda träden och indirekt av att elförsörjningen skadades. I södra Sverige slogs 300 000 teleabonnenters telekommunikation ut i fasta nätet och två månader senare var ett stort antal abonnenter fortfarande utan telekommunikation [FMV 2006]. De mobila telefonnäten påverkades också. Återställningsarbeten varade i mer än ett år. Vägar blockerades och stambanan stängdes av för all tågtrafik.

---

<sup>19</sup> Antalet skador kan vara underskattat då inte alla arbetsrelaterade skador rapporteras. Bland de rapporterade skadorna återfinns dessutom bara skador hos personer som är registrerade i Sverige även om personer från flera länder deltog i uppröjningsarbetet.

En kommun prioriterade inledningsvis reservkraft till fjärrvärmeverket och kommunens nio vattenverk. Tappställen ordnades på några platser. Ett par mindre avloppsreningsverk var ur drift några dagar och ca 30 000 kubikmeter orenat avloppsvatten rann ut i åar och sjöar.

Socialtjänsten blev hårt belastad i de drabbade kommunerna. Vatten, mat och omvårdnad behövde nå, ofta äldre människor, som satt isolerade på sina gårdar. Hemtjänst- och sjukvårdspersonal besökte patienter som saknade såväl el- och telefonförbindelser [Energimyndigheten 2006]. Trygghetslarm slogs ut och avancerad sjukvård kunde inte ges i hemmet. Röda Korset, hemvärnet och enskilda personer hjälpte till med den uppsökande verksamheten. Ibland krävdes eskort av räddningstjänsten för att komma fram där vägar blockerades av fallna träd [MSB 2013]. Ett hundratal människor evakuerades, främst äldre och sjuka. Reservkraft fanns inte i alla äldreboenden och kraftverk fick lånas in. Brist på varmvatten, lyftanordningar som inte fungerade, demensboenden utan larm och avsaknad av möjlighet till matlagning på plats var några konsekvenser.

Stora psykiska påfrestningar kunde också konstateras då hushållen drabbades hårt under elavbrottet. För många människor, särskilt på landsbygden betydde stormen med sin förödelse en stor påfrestning: man saknade el och telefon, fick problem med vattenförsörjningen, mat förstördes och vägarna var oframkomliga. Prognoser för återställande från el- och telebolag upplevdes som svåra att få del av. Folk kunde inte ta sig hem från eller till jobbet och människor var oroliga för sina anhöriga, som man inte kunde få kontakt med. Lojalitetskonflikter uppstod mellan att antingen stanna hemma och ta hand om anhöriga eller gå till jobbet där behov också fanns.

### **3.10.2 Slutsatser i efterhand - vad mildrade negativa konsekvenser?**

- En slutsats efter Gudrun är att jordbrukets beredskap på gårdar med djur var god och de flesta hade tillgång till reservel som snabbt kunde sättas in. Därmed kunde djurskyddslagstiftningens krav, som stipulerar att en plan ska finnas för hur djurskyddet ska upprätthållas vid strömavbrott, uppfyllas. [KBM 2005]

### 3.11 Orkanen Sandy

Orkanen Sandy anlände till USAs östkust oktober 2012. Flera stora städer, inklusive New York drabbades och 8,5 miljoner abonnenter blev utan ström. Effekterna av orkanen Sandy var en kombination av hård vind, översvämningar och elavbrott.

I New York var ca 2 miljoner strömlösa någon gång under stormen.<sup>20</sup> Manhattan fick tillbaka strömmen inom fyra till fem dagar men att laga hela huvudsystemet tog ca två veckor med hjälp av personal från andra stater. Att reparera skadad utrustning i byggnader tog mycket längre tid och dessa områden var utan el och värme i flera veckor. [United States. Economics and Statistics Administration 2013]

#### 3.11.1 Konsekvenser för befolkningen och samhällsviktiga institutioner

Totalt dog 143 människor till följd av stormen och i New York dog minst 43 personer (vissa uppgifter om 60 dödsfall finns) där unga och äldre var särskilt utsatta (dödsoffren var i åldrarna 2-90 år).

Orkanen Sandy ledde till en stor påfrestning för vården. Störningar uppstod över hela New York. Sex sjukhus stängde och ca 2 000 patienter fick evakueras. Personalen i de sjukhus som var öppna fick kämpa med att få igång generatorer, pumpa vatten osv. Vårdhem påverkades av översvämningar och elavbrott varför många stängde och 4500 patienter evakuerades.

Omkring 35 000 byggnader förlorade el, värme eller varmvatten under stormen. De drabbade områdena påverkade även människor andra områden genom att exempelvis arbetsplatser stängde. Stormen visade tydligt hur sammanlänkade stadens system är.

För första gången sedan 1888 fick New York-börsen stänga under två dagar. Man uppskattar att kostnaderna för orkanen uppgick till mellan 30 och 50 miljarder US dollar, vilket vid tidpunkten var en av de tre mest kostsamma stormarna i amerikansk historia.

Matbrist uppstod snabbt. Mindre butiker med begränsad lagringskapacitet tömdes snabbt. Bristen varade också lång tid (flera

---

<sup>20</sup> Manuell nedstängning av elförsörjningen i vissa delar av staden som en förberedande åtgärd för att skydda utrustning och minska skadeeffekter skedde också.



veckor) efter det att orkanen slog till. New Yorks matdistributörer är starkt el- och transportberoende för att kunna leverera sina varor och påverkades när områdets broar tillfälligt stängdes och strömbrottet var som mest omfattande.

Många snabbköp och deli's utan generatorer förlorade sina lager av lättfördärlig mat. Många lager för stadens soppkök som ofta finns i källarutrymmen och utgör en viktig källa till näring för de mest sårbara delarna av befolkningen, översvämmades. Detta medförde att många behövande saknade tillgång till mat inom rimligt avstånd.

New York och FEMA<sup>21</sup> delade under en tremånadersperiod ut nästan 4 miljoner varma måltider från matdistributionsställen i områden som södra Queens och södra Brooklyn. Många invånare i höghus - inklusive äldre New York-bor och funktionsnedsatta, befann sig strandsatta när deras byggnader förlorade sin hissfunktion. Värst drabbade var boende i allmännyttans bostäder nära Manhattans strandlinje.

Efter en vecka hade mindre än 20 % av bensinstationerna bränsle att sälja, dels pga. avsaknad av ström för att driva pumparna, dels för att bensen saknades. Stormen hade skadat känslig infrastruktur och raffinaderier var stängda i flera veckor, vilket stoppade leveranser. Långa köer uppstod vid bensinstationer och ransonering infördes så att räddningstjänst, skolbussar och vissa andra kritiska transporter kunde fungera. Vanliga kunder fick dock vänta flera veckor innan systemet hade återhämtat sig fullt ut.

Telefon och internet fungerade inte initialt, vilket påverkade det största antalet människor och företag. Då batterierna laddade ur försvann möjligheten att använda mobiltelefon för över en miljon kunder i New York City. Flera laddningsstationer sattes upp i de påverkade områdena.

Motorvägar, vägar, järnvägen och flygplatser översvämmades och samtidigt slutade tunnelbanan att fungera.

Elavbrottet ledde till att pumpsystemet i höga byggnader slutade att fungera så att boende på de övre våningarna saknade vatten och

---

<sup>21</sup> Federal Emergency Management Agency (FEMA) är en myndighet i USA under inrikes säkerhetsdepartementet som sätts in vid större kriser och katastrofer.

möjlighet att spola sina toaletter. Pumpstationer utan el för dagvatten och avlopp slutade också att fungera.

Psykisk ohälsa ökade avsevärt som en följd av strömavbrottet, men uppvisade stora geografiska variationer. Socioekonomisk status i de drabbade områdena spelade stor roll för omfattningen av psykosociala problem. [Lin *et al.* 2016]

### **3.11.2 Slutsatser i efterhand - vad mildrade negativa konsekvenser?**

- För att skydda utrustning och minska skadeeffekter skedde en manuell nedstängning av elförsörjningen i vissa delar av staden som en förberedande åtgärd.
- Tursamt nog var Hunts Point, stadens största matdistributionscenter och en viktig fördelningspunkt för mycket av den färska maten som kommer in i staden, till stor del opåverkad.

## **3.12 Elavbrott under 2-4 veckor, Isstorm Kanada**

Mellan den 4 och 10 januari 1998 drabbades östra Kanada av den värsta isstormen i modern kanadensisk historia. På grund av en extrem isbildning på elledningar uppstod mycket omfattande skador på elnätet i framför allt Québec och Ontario. Som mest var över 1,6 miljoner abonnenter utan el. Elavbrottet drabbade en stor del av de 5,5 miljoner som bodde i området. I vissa områden varade elavbrotten i nästan fyra veckor, men av de drabbade hade ca 90 % fått tillbaka elströmmen efter två veckor. [Molin och Fischer 2001b]

### **3.12.1 Konsekvenser för befolkningen och samhällsviktiga institutioner**

Det har uppskattats att 34 personer dog som en direkt följd av isstormen, de flesta av dessa var äldre än 50 år [Molin och Fischer 2001b]. Nästan en tredjedel av dödsfallen orsakades av bränder. Andra vanliga dödsorsaker var förfrysningar, koloxidförgiftning och fall från hustak i samband med snöskottning

Isstormen fick uttalade effekter på sjukvården, men effekterna varierade avsevärt mellan regionerna mycket beroende på elavbrottets längd. Den akuta sjukvården påverkades signifikant genom att den

drabbade befolkningen förändrade sitt riskbeteende avsevärt.  
[Socialstyrelsen 2000]

Den prehospitla sjukvården belastades även hårt. Behovet av ambulanstransporter ökade markant, då dessa förutom för vanliga sjuktransporter också utnyttjades för transporter av medicinskt material och människor till uppsamlingsläger. Samtidigt var vägarna mycket svårframkomliga och kommunikationerna per telefon och radio dåliga eller helt ur funktion. Därför sviktade också koordinationen av dessa transporter och man tvingades att ta hjälp av militära transporter. En viss utmattning hos ambulanspersonalen noterades. [Socialstyrelsen 2000]

Ett särskilt problem var att en stor del av sjukvårdspersonalen hade avbrott i el och värmeförsörjningen i sina egna hem. Många hade egentligen behov av att vidta åtgärder för att ta hand om familj och anhöriga.

Elavbrotten tvingade många människor att lämna sina hem, affärsverksamheter fick stänga och basala servicenärningar fick svårigheter att fungera. Uppskattningsvis 100 000 personer var tvungna att söka sig till tillfälliga nödförläggningar.

Många av vardagliga sociala och ekonomiska aktiviteter avstannade, nödvändiga dagliga rutiner blev antingen omöjliga eller svåra att genomföra och situationen blev livshotande för både människor och djur.

Många mjölkbönder hade reservkraftaggregat men elförsörjningen blev ändå ett problem eftersom det var en så pass långvarig kris. De mindre reservaggregaten var inte anpassade för längre driftperioder och det var heller inte många bönder som hade några större drivmedelsförråd.

Att säkerställa livsmedelsförsörjningen var en stor utmaning för myndigheterna. Under hela krisen kunde nödförsörjning av livsmedel i Québec kanaliseras via uppsamlingsläger. Detta innebar att det fanns en stor efterfrågan på mat i dessa läger. Redan efter ett par dagar in i krisen översteg efterfrågan de tillgängliga resurserna. I början kunde livsmedel tillhandahållas tack vare stora privata donationer och bidrag från allmänheten. Dessa frivilliga insatser visade sig dock vara otillräckliga och drygt två veckor in i krisen gjorde myndigheterna i samarbete med frivilligorganisationer en upphandling på 92 ton

livsmedel av olika slag. För att fördela livsmedlen etablerades flera distributionscentraler. Sammantaget så lyckades man tillhandahålla tillräckligt med livsmedel till de drabbade.

Det var relativt stor skillnad i vilken omfattning hushållen i städerna och de på landet drabbades av avbrott i elförsörjningen och telefonförbindelserna. Hushållen på landsbygden drabbades i avsevärt större utsträckning av avbrott i båda dessa tjänster än hushållen i stadsbebyggelse. De flesta hushållen på landsbygden förlorade dessa tjänster samtidigt.

Stress i familjen var vanligare på landsbygden (73,3 %) än i städerna (34,9 %) [Molin och Fischer 2001b] .

Drygt en femtedel av hushållen i östra Ontario hade åtminstone en alternativ energikälla under isstormen. Dessa alternativ inkluderade reservkraftaggregat (21,5 %), vedspis (22,4 %) eller öppen spis för vedeldning (27, 4 %). Nästan hälften av samtliga hushåll hade antingen vedspis eller ved-/kolgrill. [Molin och Fischer 2001b]

För hushållen i städerna var television en avsevärt mycket viktigare informationskanal (43,9 %) än för de på landsbygden (5,6 %). Hushållen på landet förlitade sig oftare till lokala informationskällor (s.k. *word of mouth*) eller till information från vänner och grannar än vad hushållen i städerna gjorde. [Molin och Fischer 2001b]

Enkla aktiviteter, såsom att ta sig till arbetet, blev riskfyllda. Över 2,6 miljoner människor var antingen förhindrade att ta sig till sina arbeten eller så hade man mycket svårt att ta sig dit.

### **3.12.2 Slutsatser i efterhand - vad mildrade negativa konsekvenser?**

- Eftersom isstormen inträffade vintertid var aktiviteten inom jordbruk och trädgårdsodling mycket låg. En viss odling i växthus förekom dock, främst av tomater och sallad.
- För att inte äventyra personaltillgången på sjukhusen anordnades inkvartering, utspisning m.m. för personal och dess anhöriga.
- Det militära stödet, som tidigt efterfrågades av de provinsiella myndigheterna, bidrog med hjälp till lokalsamhällen under hela katastrofen. Under isstormens kulmen hade den kanadensiska försvarsmakten satt in mer än 16 000 personer i olika

hjälpinsatser, vilket är den mest omfattande humanitära insatsen någonsin av militär personal som gjorts i fredstid i Kanada.

### **3.13 Elavbrotten i Auckland 1998**

I januari-februari 1998 ledde en serie kabelbrott till en elkris i Aucklands centrala affärsdistrikt. Störningar pågick i ca fem veckor, eller som mest ända till maj [Molin och Fischer 2001a].

#### **3.13.1 Konsekvenser för befolkningen och samhällsviktiga institutioner**

De första dygnet kunde det konstateras att alla verksamheter och system som inte hade förinstallerad reservkraft slutade fungera, som t ex belysning, klimatanläggningar, trafikljus, lås/larm- och säkerhetssystem, vattenförsörjning och avlopp i höga byggnader.

Allmänna effekter av hela elavbrottet var bl.a. en ökad brandrisk pga. improviserade lösningar för matlagning, belysning etc. Försämrade stadsmiljö av buller och avgaser från reservkraftaggregat, ökad tankbilstrafik samt gator och torg belamrade med kablar, generatorer etc. Kraftigt ökad trafik av tankbilar med farligt gods (bränsle till reservkraftaggregaten). En ökad risk för legionärssjuka och dylikt noterades pga. minskat flöde i vattenledningsnätet noterades när många lämnade området.

På lokal nivå, där detaljhandel och restauranger drabbades värst, blev konsekvenserna omfattande. Men det var endast ett begränsat affärsområde som drabbades med få boende. Dock försvåras möjligheter att själv åtgärda störningar i ett urbant område. Därmed utnyttjas ibland istället alternativa riskfyllda lösningar.

En viss nationell ekonomisk påverkan kunde konstateras. Det fanns dock möjligheter och resurser att omlokalisera verksamheter (framför allt inom den finansiella och administrativa sektorn).

#### **3.13.2 Slutsatser i efterhand - vad mildrade negativa konsekvenser?**

- Ingen avled eller kom till skada som direkt följd av elavbrottet.

- Effekterna kunde begränsas då tillräckligt med reservkraft kunde inskaffas inom landet och internationellt. Telekommunikationerna i området fungerade under hela krisen.
- Det varma klimatet innebar att livshotande situationer inte uppstod.
- Ingen blev matförgiftad pga. sämre vattenkvalitet, mathygien, matlagningsmöjligheter etc.
- Ingen blev koloxidförgiftad pga. improviserade lösningar för matlagning, belysning etc.
- Brottsligheten ökade inte. Tvärtom minskade kriminalitet i området pga. att fler människor vistades utomhus och en ökad polis- och vaktnärvaro bidrog troligen till detta.

### 3.14 Orkanen Maria, Puerto Rico 2017

Den 18–20 september 2017 drog Orkanen Maria in över flera karibiska öar inklusive det amerikanska territoriet Puerto Rico [Almukhtar *et al.* 2018]. Maria följde tätt efter orkan Irma, och var den kraftigaste orkanen (kategori 4 på en 5-gradig skala) som drabbat Puerto Rico på 85 år. Stormen orsakade stora översvämningar, raserade vägar, demolerade byggnader och drog upp träd med rötterna. Orkanen slog även ut Puerto Ricos eldistribution och lämnade uppskattningsvis halva ön utan rent vatten [Harvard Public Health 2017]. Tre veckor efter orkanen hade endast 10 % av befolkningen fått tillbaka el. I genomsnitt var hushållen utan el i 84 dagar, utan vatten i 68 dagar och utan mobiltelefon täckning i 41 dagar efter orkanen [Kishore *et al.* 2018].

I juni 2018, samtidigt som nästa orkansäsong inleddes var energiförsörjningen fortfarande inte helt återställd. I mars 2108 försäkrade Pentagon att man skulle återställa den resterande elen men i maj meddelades det att återdragande av militär personal skulle ske, innan uppdraget var helt utfört [Sanchez och Karimi 2018, US Department of Defense 2018].

Det finns flera anledningar till svårigheterna med att återställa strömförsörjningen. En var det dåliga skick som elnätet var i redan före Maria. Underhållet av de energiproducerande anläggningarna var bristfälligt och som en följd av dålig ekonomi hade det lokala elbolaget

(PREPA<sup>22</sup>), under flera år skjutit upp reparationer. Vidare har många elektriker flyttat till fastlandet för att söka ett bättre liv [Fernández Campbell 2017]. En ytterligare försvårande omständighet var att ytterligare ett energibortfall inträffade i februari 2018, då en explosion skedde i ett kraftvärmeverk [New York Times 2018]. Vidare havererade i april 2018 en överföringsledning med en ny mörkläggning av ön som följde [Seyler *et al.* 2018].

Återställningsarbetet har även drabbats av kontroverser. Bland annat underlevererade den entreprenör som anlits av PREPA för att återställa energiförsörjningen, varpå kontraktet revs upp och återställningsarbetet försenades [Mufson *et al.* 2017, Fernández Campbell 2017].

Flera hårt drabbade områden ligger dessutom i otillgänglig terräng med begränsade tillfartsmöjligheter pga. de skador som orsakats av orkanen.

Slutligen underlättade inte det faktum att Puerto Rico är en ö återställningsarbetet. Uppskattningar gjorda av arméingenjörskåren<sup>23</sup> var exempelvis att eltillförseln inte skulle kunna vara återställd till 95 % förrän tidigast maj 2018, då behovet av kabel var över 1 040 mil<sup>24</sup>, vilket måste beställas och fraktas från fastlandet. [Anderson 2017, Hoyos 2018]

Det amerikanska företaget Tesla har investerat i återuppbyggnaden av Puerto Ricos energiförsörjning med förnyelsebara energislag som solenergi och batterier för energilagring. [Brown 2018]

### **3.14.1 Konsekvenser för befolkningen och samhällsviktiga institutioner**

Orkanen orsakade det största elavbrottet i USA:s historia och det näst mest omfattande i världen. [Goodkind 2018, Houser och Marsters 2018]

Minst tio personer på Puerto Rico uppgavs ha dött som en direkt följd av stormen, enligt inofficiella siffror [New York Times 2017]. Den

---

<sup>22</sup> Puerto Rico Electric Power Authority

<sup>23</sup> US Army Corps of Engineers

<sup>24</sup> 6500 miles, 1 mile = 1,609344 kilometer

första officiella siffran från Puerto Ricos myndigheter angav 16 dödsfall, en vecka efter orkanen [Robinson 2017].

Den officiella slutliga dödssiffran har uppgivits vara 64, men enligt forskare vid Harvarduniversitet torde siffran vara betydligt högre, mellan 800 och 8 000, även om det exakta antalet är förknippat med stora osäkerheter [Kishore *et al.* 2018]<sup>25</sup>. Andra uppskattningar har varierat mellan 1052 (fram till oktober 2017) [Robles *et al.* 2017], 500 t.o.m. september och om mönstret höll i sig 1085 i oktober [Santos-Lozada och Howard 2018] och 1194 [Varela 2018].

Harvard-forskarna anser att staten ignorerade problem i infrastrukturen i Puerto Rico. Ännu fyra månader efter orkanen saknade många hushåll vatten och elektricitet. Dödligheten var mycket högre än normalt under tre månader efter orkanen.

Även om det inte råder någon enighet om i vilken omfattning orkan Maria indirekt orsakat en ökad mortalitet i Puerto Rico, så förefaller mörkertalet vara stort, bl.a. som en följd av att så många kroppar kremerades innan dödsorsak faststälts [Prakash och Vo 2018].

Sex dagar efter orkanen var endast 15 % av sjukhusen operativa [Meyer 2017]. I oktober 2017 var 67 % av sjukhusen operativa, varav hälften strömförsörjdes av generatorer [Meyer 2017, BBC News 2017]

De flesta av de indirekta dödsfallen efter orkanen har uppgivits bero på att medicinsk hjälp försenades eller förhindrades av skador på vägar, elnät och telefonförbindelser samt elberoende utrustning i hemmen som hemventilatorer.

Dialyspatienter fick skära ner på sin behandlingstid med 25%, då behandlingsenheterna saknade tillgång till diesel att driva sina generatorer med.

De federala myndigheterna skickade katastrofmedicinska team till ön och fyra mobila sjukhus upprättades på parkeringsplatser vid befintliga

---

<sup>25</sup> Studien har i media misstolkats som att dödssiffran skulle vara exakt 4645 när den i själva verken anger att den siffran är mitt i konfidensintervallet 95 %, se t.ex. Kellser, G. (2018) Did exactly 4,645 people die in Hurricane Maria? Nope. Washington Post, June 1, 2018. [https://www.washingtonpost.com/news/fact-checker/wp/2018/06/02/did-4645-people-die-in-hurricane-maria-nope/?utm\\_term=.e74853703677](https://www.washingtonpost.com/news/fact-checker/wp/2018/06/02/did-4645-people-die-in-hurricane-maria-nope/?utm_term=.e74853703677)



sjukhus. Sjukhusfartyget USS Comfort skickades till Puerto Rico, men tog bara emot sex patienter om dagen. [Robles och Fink 2017].

Arméingenjörkåren installerade generatorer vid vårdinrättningar och hjälppersonal bistod i arbetet med att återställa kraften till sjukhusen [Robles 2017].

Fram till mars 2018 uppskattas det kollektiva antalet förlorade skoldagar för barn och ungdomar till 13 miljoner [reliefweb 2018].

Orkanen var ett hårt slag mot Puerto Ricos redan ansträngda ekonomi. Bristen på el lamslog bl.a. den viktiga läkemedelsindustrin och internationella läkemedelsföretag med produktion i Puerto Rico. Exempelvis hade Baxter tre anläggningar för tillverkning av infusionsvätska på ön. Tio veckor efter orkanen drevs en av dess fabriker fortfarande med reservkraft medan de andra två försörjdes intermittent via elnätet. Detta fick som följd att även sjukhus på fastlandet drabbades av brist på infusionsvätska. [Caputo 2017, Sanborn 2018]

Butikshyllorna i mataffärer tömdes snabbt och en stor del av restaurangerna fick stänga. De affärer och restauranger som kunde hålla öppet kunde inte ta emot kredit- eller bankkort. Bankautomaterna tömdes på pengar och köerna till de banker som är höll öppna var långa.

Människor köade upp till 7 timmar för det bränsle som fanns på bensinstationerna. Ligor stal bränsle, och matbutiker rånades av hungriga människor, och bilar stals och kraftbolag blev utsatta för intrång. [Yle Nyheter 2017, Robles och Ferré-Sadurní 2017].

I december 2017 utbröt protester ut i bl.a. Trujillo Alto and Aguas Buena, orter som varit utan ström i tre månader [Fernández Campbell 2017].

En stor andel av befolkningen har migrerat till fastlandet efter Maria. Enligt Florida Division of Emergency Management hade 269 000 puertoricaner registrerats i Florida i december 2017. Det har vidare uppskattats att upp till 14 % av befolkningen kommer att ha lämnat ön vid utgången av 2019<sup>26</sup>. [Meléndez och Hinojosa 2017]

---

<sup>26</sup> Enligt the Center for Puerto Rican Studies at the City University of New York kan upp till 470,335 öbor komma att ha lämnat Puerto Rico innan slutet av 2019.

De mentala hälsoproblem som orsakas hos befolkningen av långvarig frånvaro av el anses vara omfattande [Lin 2017]. Mellan november 2017 och januari 2018 mottog en suicidalkrislinje som drivs av Puerto Ricos hälsovårdsministerium 3 050 samtal från personer som sa att de hade försökt begå självmord, en ökning med 246 procent jämfört med samma tid året innan [Fernández Campbell 2018].

### **3.14.2 Slutsatser i efterhand - vad mildrade negativa konsekvenser?**

- Det är svårt att dra slutsatser då många utmaningar med återställning av elförsörjningen fortfarande kvarstår och en ny orkansäsong hann börja innan allt återställningsarbete avslutats.

## **3.15 Konsekvenser av energibortfall i konfliktsituationer**

### **3.15.1 Normalläget**

Att ofrivilligt leva utan ström har i vissa sammanhang fokus på utvecklingsländer och en bristande tillgång på moderna energibärare.<sup>27</sup> I andra sammanhang, ligger fokus i stället på svårigheter att hantera kostnaderna för energi och på hushållens förmåga att värma upp sina bostäder. I konflikt och eller postkonflikt är situationen oftast särskilt problematisk.

### **3.15.2 Postkonflikt (Kosovo)**

Exemplet Kosovo visar på en region där elförsörjningen var problematisk redan innan konflikten, med ett kommunistiskt arv av planeekonomisk styrning av energisystemen i de forna jugoslaviska staterna. Få investeringar gjordes i energisystemen, de hade bristfälligt underhåll och i Kosovos fall skedde även ett överutnyttjande av den primära energikällan, de två gamla, ineffektiva och starkt förorenande brunkolseldade kolkraftverken Kosovo A och B, i Obilic strax nordväst om huvudstaden Pristina.

Vid konfliktutbrottet 1999 fann sig Kosovo vidare avskuret från det gamla jugoslaviska energisystemet och kunde inte klara av efterfrågan

---

<sup>27</sup> Ibland omnämnt som energifattigdom.

på el, särskilt under vintern, då de flesta uppvärmningsbehoven är starkt beroende av el.[European Agency for Reconstruction 2007]

Under konflikten och i den tidiga postkonfliktfasen var eltillförseln som bäst intermittent, inte sällan 3 timmars strömtillförsel följt av 3 timmars strömavbrott. Vedeldning och förekomsten av privatägda dieseldrivna generatorer var hög för att klara av vardagliga behov av energi och eltillförsel för privatpersoner och företag.

Ännu idag är Kosovos elproduktion och elförbrukning per capita låg jämfört med regionala och internationella standarder. Cirka 98 % av elproduktionen kommer fortsatt från Kosovo A och B<sup>28</sup>. Frekventa strömavbrott i kombination med effektbrist inom energiproduktionen skadar såväl hushållen som landets ekonomi. Inte ens huvudstaden Pristina har säker tillgång till el dygnet och året runt. Utan pålitlig, prisvärd el, kan Kosovos företag inte säkert drivas och locka investerare. Sjukhus och skolor fungerar inte säkert. Folkhälsan blir lidande som följd av luftföroreningar såväl utomhus som inomhus från fotogenlampor och vedeldning för uppvärmning och matlagning.



**Figur 3.** Till höger kolkraftverket Kosovo A. Till vänster hamstring av ved inför vintern 2017, i by utanför Gracanica. Foto Annica Waleij.

### 3.15.3 Pågående väpnad konflikt (Syrien)

En av effekterna av Syrienkonflikten, som 2019 är inne på sitt åttonde år, är en drastisk minskning i civilbefolkningens tillgång till el, bl.a. som en följd av direkta och medvetna attacker mot landets elproducerande anläggningar. Enligt Syriens energiministerium var

<sup>28</sup> Se Kosovo Energy Power Project, World Bank Group Support to Kosovo's Energy Sector, [http://siteresources.worldbank.org/KOSOVOEXTN/Resources/297769-1329940905064/kosovo\\_slideshow.pdf](http://siteresources.worldbank.org/KOSOVOEXTN/Resources/297769-1329940905064/kosovo_slideshow.pdf)

elproduktionen halverad redan 2015, jämfört med produktionen vid konfliktens start [The Economist 2015].

I de mest drabbade delarna av Syrien finns tillgång till el endast ca 2-4 timmar per dygn.

Regimkontrollerade områden tenderar att ha bättre och mer frekvent tillgång på el, men under våren 2016 skedde ett elavbrott utan synbar orsak som samtidigt drabbade hela Syriens elförsörjning [Syrian Observatory for Human Rights 2016].

Det som skiljer Syrien från flera andra konfliktzoner är att det innan konflikten fanns relativt god tillgång till el i de urbaniserade delarna av landet, även om det redan innan konfliktutbrottet fanns ett stort behov av reformer av energisektorn [World Bank Group 2017].

Medborgarnas förmåga till självförsörjning var således inte väl förberedd. Grundläggande samhällsservice som rent dricksvatten, avlopps- och avfallstjänster är mycket svårt att upprätthålla, vilket har ökat sårbarheten för sjukdomsutbrott som diarrésjukdomar och andra sjukdomar som skulle ha kunnat förhindras med vaccinationsprogram och/eller preventivmedicinska åtgärder. Sjukhusen har drabbats hårt. Även i de fall reservkraft finns är det svårt att försörja generatorer med diesel. Den sviktande elförsörjningen har även påverkat investeringar, tjänster, produktion och tillverkning [UNOCHA<sup>29</sup> 2016].

Världsbanken uppskattar att energiproducerande anläggningar drabbats mycket hårt av konflikten. Tre dammar är tillgängliga för kraftproduktion. Av tretton större kraftvärmeverk var endast fem fullt operativa och två delvis operativa 2017. Två anläggningar har totalförstörts, en i Idlib och en i Aleppo [World Bank Group 2017]. En mindre anläggning i Deir e-Zour uppges också ha totalförstörts. De viktigaste energiproducerande anläggningarna i de tidigare Daesh-kontrollerade områdena är Tabqadammen vid Assadsjön nära Raqqa, Baath-dammen och Tishreen-dammen. Dessa tre anläggningar svarade för 9,2 % av Syriens elkraftkraft under 2013.

Den svarta marknaden för bränslen och el-genererande utrustning såsom generatorer och bilbatterier blomstrar och bränslepriserna varierar stort. Befolkningens umbäranden har lett till en av nödtvungen uppfinningsrikedom, där bl.a. solpaneler, bränsletillverkning

---

<sup>29</sup> United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs

från plastpåsar och cykeldrivna batterier används. Alternativen till elförsörjning via elnätet är dock inte sällan problematisk. Solpaneler är känsliga för luftangrepp och hemmatillverkning av bränsle är inte sällan hälsovådligt.

## 4 Slutsatser och diskussion

Syftet med denna studie var att studera kort- och långsiktiga, direkta och indirekta konsekvenser från energibortfall på samhällsviktig verksamhet och människors hälsa.

Några av de generella slutsatser som kan dras är att de studerade fallen i princip stämmer väl med tidigare generella uppskattningar av konsekvenser (bilaga 1).

Korta avbrott leder med vissa undantag till begränsade problem. Relativt snabbt uppstår dock ofta problem med bl.a. hissar, dörrlås, larm, telefoni, banktjänster och kollektivtrafik (tunnelbana, trafiksignaler)

Samhällskostnaderna kan bli mycket stora även för korta avbrott (t.ex. inom processindustrin och jordbruket).

Årstid, väderlek, tid på dygnet och avbrottets längd har stor betydelse för dess konsekvenser.

Hemsjukvård med elberoende utrustning och hemtjänst är extra känsliga för elavbrott.

Vissa personalkategorier i samhället kan i en krissituation drabbas av dubbla lojaliteter (t.ex. blåljusmyndigheter och vårdpersonal med familj).

Distributionssystemet för dricksvatten som kan utnyttja självfall upprätthåller lättare vattentrycket men höghus kan inte förses med vatten. Varmvatten blir relativt snabbt en bristvara.

Sårbarheten för sjukdomsutbrott som diarrésjukdomar ökar särskilt sommartid, när mat inte kan hållas kyld och i de fall skämd mat konsumeras.

Avloppsvattenhanteringen fungerar ofta så länge reservkraft finns, i annat fall släpps orenat avloppsvatten ut.

Ofta är orsaken till dödsfall inte primärt orsakat av energibortfallet utan av t.ex. fallskador eller kolmonoxidförgiftning.

Beroende på orsak kan det vara svårt att särskilja orsaken till mortalitet, särskilt vid långvariga avbrott (t.ex. Puerto Rico).

Generellt sett verkar inte brottsligheten öka vid energibortfall med ett undantag- det långvariga bortfallet i Puerto Rico. I andra fall har endast en marginell ökning eller t.o.m. en minskning noterats.

Livsmedelsförsörjning under långa energibortfall kan vara utmanande.

Långa avbrott orsakar stor psykisk påfrestning och inverkan på psykisk hälsa.

God planering, inklusive tillräckligt dimensionerad underhållen reservkraft inklusive drivmedel för denna, begränsar effekterna i samhället.

## 5 Referenser

Almukhtar Sarah, Matthew Bloch, Ford Fessenden, Jugal K. Patel (2017) Maps: Hurricane Maria's Path Across Puerto Rico, New York Times, Sept. 26,  
<https://www.nytimes.com/interactive/2017/09/18/world/americas/hurricane-maria-tracking-map.html>

Anderson GB, Bell ML. (2003) Lights Out: Impact of the August 2003 Power Outage on Mortality in New York, .Y, Epidemiology, 23(2):189-93 Mar 2012,  
<https://insights.ovid.com/crossref?an=00001648-2012 03000-00003>

Anderson Jeannine (2017) Puerto Rico needs 50,000 utility poles, 6,500 miles of cable, American Public Power Association, 10 oktober,  
<https://www.publicpower.org/periodical/article/puerto-rico-needs-50000-utility-poles-6500-miles-cable>

Andersson Maria och Lars Westerdahl, Sveriges elförsörjning – hur möter vi en ökad sårbarhet? Särtryck ur Strategisk utblick 7, FOI Memo 6173, november 2017

Bacher Rainer U. n. (2003) Report on the blackout in Italy on 28 September 2003, Berne: Swiss Federal Office of Energy.

Barron J. (2003) Lights go on after biggest blackout, but not without 2<sup>nd</sup> day of suffering, New York Times, August 16.

Barron J. (2003) Power surge blacks out Northeast, hitting cities in 8 states and Canada; midday shutdowns disrupt millions, New York Times, August 15.

Barstow David (2003) In frustration, humor and greed, a powerless New York endures. New York Times, August 15,  
<https://www.nytimes.com/2003/08/15/nyregion/15YORK.html>

BBC News (2003) Huge blackout cripples Italy, 28 september,  
<http://news.bbc.co.uk/2/hi/3146136.stm>

BBC News (2017) Six graphics that sum up Puerto Rico disaster, 12 oktober, <https://www.bbc.com/news/world-us-canada-41447184>

Beatty ME, Phelps S, Rohner C, Weisfuse I. (2006) Blackout of 2003: Public Health Effects and Emergency Response. Public Health Rep. 121(1):36–44.



Borås tidning (2012) Dagmar slog ut trygghetslarm. 20 februari,  
<http://www.bt.se/nyheter/dagmar-slog-ut-trygghetslarm>

Botelho G. (2003) Controlled chaos on the streets of New York. CNN, August 18,  
<http://edition.cnn.com/2003/US/Northeast/08/14/nyc.scene/index.html>

Brown Mike (2018) Elon Musk Reveals the Staggering Scale of Tesla's Puerto Rico Solar Projects, Inverse, 4 June,  
<https://www.inverse.com/article/45511-tesla-solar-elon-musk-reveals-the-staggering-scale-of-puerto-rico-projects>

Buldyrev Sergey V., Roni Parshani, Gerald Paul, H. Eugene Stanley, Shlomo Havlin (2010) Catastrophic cascade of failures in interdependent networks. Nature 464, 1025-1028, 15 april,  
<http://www.nature.com/nature/journal/v464/n7291/abs/nature08932.html>

Campbell Alexia Fernández (2017) 5 things to know about Puerto Rico 100 days after Hurricane Maria - Life has improved for many people, but not everyone, Vox, Dec 29,  
<https://www.vox.com/2017/12/23/16795342/puerto-rico-maria-christmas>

Campbell Alexia Fernández, 6 months after Hurricane Maria, Puerto Rico has a suicide crisis and a housing shortage, VOX, March 20, 2018, <https://www.vox.com/policy-and-politics/2018/3/20/17138990/puerto-rico-hurricane-maria-6-months>

Campbell Alexia Fernández, Umair Irfan (2017) Puerto Rico's deal with Whitefish was shady as hell, new records show, VOX, 15 November, <https://www.vox.com/policy-and-politics/2017/11/15/16648924/puerto-rico-whitefish-contract-congress-investigation>

Caputo I. (2017) Hurricane Maria devastated Puerto Rico. Then it caused a ripple effect in mainland hospitals, USA Today, 7 December, <https://eu.usatoday.com/story/news/nation/2017/12/07/hurricane-maria-puerto-rico/929866001/>

CNN (2003) Italy recovering from big blackout, 28 September  
<http://edition.cnn.com/2003/WORLD/europe/09/28/italy.blackout/index.html>

CNN (2003) Major power outage hits New York, other large cities August 15, 2003. <http://edition.cnn.com/2003/US/08/14/power.outage/>

Dominianni Christine, Kathryn Lane, Sarah Johnson, Kazuhiko Ito, Thomas Matte (2017) Health Impacts of Citywide and Localized Power Outages in New York City, Environ Health Perspect, June 6.

Economic Impact of Hurricane Sandy Potential Economic Activity Lost and Gained in New Jersey and New York. Prepared by the staff of the Office of the Chief Economist, Economics and Statistics Administration, U.S. Department of Commerce, <https://www.esa.gov/sites/default/files/sandyfinal101713.pdf>

ED Manag. (2003) No authors listed, Blackout creates influx of patients, generator woes, 15:112–113.

E-ISAC and SANS (2016) TLP: White Analysis of the Cyber Attack on the Ukrainian Power Grid Defense Use Case March 18, 2016, [https://ics.sans.org/media/E-ISAC\\_SANS\\_Ukraine\\_DUC\\_5.pdf](https://ics.sans.org/media/E-ISAC_SANS_Ukraine_DUC_5.pdf)

Energimyndigheten (2004) Konsekvenser av elavbrottet i Sydsverige den 23 september 2003 samt orsakerna till mörkläggningen av Italien 2003-09-28. ER 4:2004

Energimyndigheten (2005) Stormen Gudrun – Konsekvenser för nätbolag och samhälle. ER 16:2005

Energimyndigheten (2006) Fler konsekvenser av Gudrun och vad kunde hänt om... En studie av stormen Gudrun med fokus på konsekvenser som är svåra att mäta i pengar samt vad hade hänt om...! ER 2006:8

EU, Regulation (EU) 2017/1938 of the European Parliament and of the Council of 25 October 2017 concerning measures to safeguard the security of gas supply and repealing. Regulation (EU) No 994/2010.

European Agency for Reconstruction, Rebuilding the energy sector in Kosovo, July 2007

Finkle J. (2016) Hackers used malware to confuse utility in Ukraine outage – report. Reuters, 10 januari ,  
<http://www.reuters.com/article/us-ukraine-cybersecurity-attack-idUSKCN0UO00W20160110>

FMV (2006) Försvarsmaktens telekommunikationsstöd till samhället i samband med stormen Gudrun. Document 26744/2006.

Freese J, Richmond NJ, Silverman RA, Braun J, Kaufman BJ, Clair J. (2006) Impact of a citywide blackout on an urban Emergency Medical Services system. Prehosp Disaster Med. 2006; 21:372–378.

GENI, National Grid Syria,  
[http://www.geni.org/globalenergy/library/national\\_energy\\_grid/syria/syriannationalelectricitygrid.shtml](http://www.geni.org/globalenergy/library/national_energy_grid/syria/syriannationalelectricitygrid.shtml)

Goodkind Nicole (2018) Puerto Rico's Hurricane Maria Power Outage Is Now The World's Second Largest Blackout, Time, 12 April,  
<http://www.newsweek.com/puerto-rico-power-hurricane-maria-blackout-882549>

Greenwald PW, Rutherford AF, Green RA, Giglio J. (2004) Emergency department visits for home medical device failure during the 2003 North America blackout. Acad Emerg Med. 2004; 11:786–789.

Gustafsson Filip (2002) Miljonkostnaderna för stormen Dagmar, Östersundsposten, 2 januari,  
<https://www.op.se/artikel/allmant/jamtland/miljonkostnaderna-for-stormen-dagmar>

Göteborgsposten (2012) Elen på väg tillbaka, 3 december  
<http://www.gp.se/nyheter/sverige/elen-p%C3%A5-v%C3%A4g-tillbaka-1.674373>

Harvard Public Health (2017) A public health disaster in Puerto Rico, Transcript 28 September

Houser Trevor, Peter Marsters (2018) The World's Second Largest Blackout, Rodium Group, April 12, <https://rhg.com/research/puerto-rico-hurricane-maria-worlds-second-largest-blackout/>.

Hoyos Joshua (2018) US Army's top engineer 'not satisfied' with Puerto Rico's post-Maria recovery, ABC News, 22 February,  
<https://abcnews.go.com/US/us-armys-top-engineer-satisfied-puerto-ricos-post/story?id=53266399>

Högström Erik (2012) Drygt 81 000 är utan ström i Stockholm ,  
Expressen 3 december, <https://www.expressen.se/nyheter/drygt-81-000-ar-utan-strom-i-stockholm/>

IEC (2014) Microgrids for disaster preparedness and recovery- With electricity continuity plans and systems. White paper. International Electrotechnical Commission. Geneva. Switzerland.

Jonsson Daniel (2018a) Typfall 5: utdragen och eskalerande gråzonsproblematik- Komplettering av hotbildsunderlag i utvecklingen av civilt försvar. FOI Memo 6338.

Jonsson Daniel (2018b) Gråzonsproblematik och hybridkrigföring - påverkan på energiförsörjning, FOI-R--4590--SE.

Justitiedepartementet (2017) Raminstruktion för det svenska civila beredskapsarbetet inom ramen för Nato/PFF. 017-06-22. Ju2017/0646/SSK.

Jönson Karin, Georg Fischer (2005) Elavbrottet i Kista-området mars 2001 – Konsekvenser för hushåll och befolkning, FOI-R--1548--SE.

KBM (2005) Krishantering i stormens spår Sammanställning av myndigheternas erfarenheter, 2005-08-31 Dnr: 0257/2005.

Kellser G. (2018) Did exactly 4,645 people die in Hurricane Maria? Nope. Washington Post, June 1, [https://www.washingtonpost.com/news/fact-checker/wp/2018/06/02/did-4645-people-die-in-hurricane-maria-nope/?utm\\_term=.e74853703677](https://www.washingtonpost.com/news/fact-checker/wp/2018/06/02/did-4645-people-die-in-hurricane-maria-nope/?utm_term=.e74853703677)

Kennedy R. (2003) New York Times, Thousands stranded on foot by crippled trains, crawling buses and traffic gridlock, August 15.

Kishore Nishant *et al.* (2018) Mortality in Puerto Rico after Hurricane Maria, The New England Journal of Medicine, May 29 2018.

Klinger C, Landeg O, Murray V (2014) Power Outages, Extreme Events and Health: a Systematic Review of the Literature from 2011-2012. PLOS Currents Disasters, Jan 2, doi: [10.1371/currents.dis.04eb1dc5e73dd1377e05a10e9edde673](https://doi.org/10.1371/currents.dis.04eb1dc5e73dd1377e05a10e9edde673).

Kosovo Energy Power Project, World Bank Group Support to Kosovo's Energy Sector,  
[http://siteresources.worldbank.org/KOSOVOEXTN/Resources/297769-1329940905064/kosovo\\_slideshow.pdf](http://siteresources.worldbank.org/KOSOVOEXTN/Resources/297769-1329940905064/kosovo_slideshow.pdf)

Krisinformation.se, Din beredskap för elstörningar,  
<https://www.krisinformation.se/detta-kan-handa/elstorningar/din-beredskap-for-elstorningar>

Liljeblad Olle, Hasselqvist Jonas (2009) Dalarnas Tidningar, Stort strömbrott drabbade Dalarna, <https://www.dt.se/dalarna/stort-stromavbrott-drabbade-dalarna>.

Lin S, Lu Y, Justino J, Dong G, Lauper U (2016) What happened to our environment and mental health as a result of Hurricane Sandy, Disaster Med Public Health Prep 2016 Jun;10(3):314-9.

Lin Shao (2017) The Mental and Physical Toll of Living Without Power after a Disaster - This is what the residents of Puerto Rico face while power outages on the island continue, October 12,  
<https://www.thriveglobal.com/stories/14916-how-power-outages-after-disasters-affect-our-mental-and-physical-health>.

Lindgren Fredrik (2014) Hotbildsunderlag i utvecklingen av civilt försvar, FOI Memo 5089.

Luhn Alec, (2015) Crimea declares state of emergency after power lines attacked, The Guardian, Nov 2015,  
<https://www.theguardian.com/world/2015/nov/22/crimea-state-of-emergency-power-lines-attacked>

Marx M. A *et al.* (2006) Diarrheal Illness Detected Through Syndromic Surveillance After a Massive Power Outage: New York City, August 2003. American Journal of Public Health, March 2006, Vol 96, No. 3, pp. 547–553

Mattsson Elina (2016) SVT Nyheter, Stor vattenläcka i Borlänge,  
<https://www.svt.se/nyheter/lokalt/dalarna/stor-vattenlacka-i-borlange>

Meléndez Edwin, Jennifer Hinojosa (2017) Estimates of Post-Hurricane Maria Exodus from Puerto Rico. Research Brief, October,  
[https://centropr.hunter.cuny.edu/sites/default/files/rb2017-01-post-maria%20exodus\\_v3.pdf](https://centropr.hunter.cuny.edu/sites/default/files/rb2017-01-post-maria%20exodus_v3.pdf)

Meyer Robinson (2017) What's Happening with the Relief Effort in Puerto Rico? A timeline of the unprecedented catastrophe of Hurricane Maria, The Atlantic, October 4,  
<https://www.theatlantic.com/science/archive/2017/10/what-happened-in-puerto-rico-a-timeline-of-hurricane-maria/541956/>

Miljö- och energidepartementet (2018) Sweden's integrated national energy and climate plan. Draft.

Molin Staffan, och Fischer Georg (2001a). Elavbrotten i Auckland. FOI-R--0102--SE.

Molin Staffan och Fischer, Georg (2001b). Isstormen i Kanada. FOI-R--0103--SE.

MSB (2017) Nationell risk- och förmågebedömning 2017, april 2017

MSB (2013) Skador och effekter av storm - En kunskapsöversikt.  
 MSB534 - Februari 2013,  
<https://www.msb.se/RibData/Filer/pdf/26546.pdf>

MSB (2009) Faller en – faller då alla? En slutredovisning från KBM:s arbete med samhällskritiska beroenden. MSB 0001-09

Mufson Steven, Jack Gillum, Aaron C. Davis och Arelis R. Hernández (2017) Small Montana firm lands Puerto Rico's biggest contract to get the power back on, Washington Post, 23 October,  
[https://www.washingtonpost.com/national/small-montana-firm-lands-puerto-ricos-biggest-contract-to-get-the-power-back-on/2017/10/23/31cccc3e-b4d6-11e7-9e58-e6288544af98\\_story.html?utm\\_term=.7b31bbbc8332](https://www.washingtonpost.com/national/small-montana-firm-lands-puerto-ricos-biggest-contract-to-get-the-power-back-on/2017/10/23/31cccc3e-b4d6-11e7-9e58-e6288544af98_story.html?utm_term=.7b31bbbc8332)

Murphy Z. (2011) Japan earthquake: Living with blackouts. BBC News, 15 March, <https://www.bbc.com/news/world-asia-pacific-12731696>.

MV (2006) Försvarsmaktens telekommunikationsstöd till samhället i samband med stormen Gudrun. Document 26744/2006

NERC, N. A. R. C. (2004) Technical Analysis of the August 14, 2003 Blackout, New Jersey: NERC.

Nessman R. (2012) World's biggest blackout: 620 million people without power in India, CSM, July 31, <https://www.csmonitor.com/World/Latest-News-Wires/2012/0731/World-s-biggest-blackout-620-million-people-without-power-in-India>

New York Daily News How long has Puerto Rico been without full power? <http://interactive.nydailynews.com/project/how-long/has-puerto-rico-been-without-power/>.

New York Times (2017) Hurricane Maria Updates: In Puerto Rico, the Storm 'Destroyed Us', New York Times, Sept. 21, <https://www.nytimes.com/2017/09/21/us/hurricane-maria-puerto-rico.html>

New York Times (2018) Puerto Rico Hit by Blackouts After Power Station Blast, 12 February, <https://www.nytimes.com/2018/02/11/us/puerto-rico-blackout-power-station-explosion-hurricane-maria.html?action=click&module=RelatedCoverage&pgtype=Article&region=Footer>

Novikov Pavel, Claire Bigg (2015) Crimeans describe life during blackout after attacks from Ukraine. The Guardian 27 November, <http://www.theguardian.com/world/2015/nov/27/crimea-power-cut-russia-ukraine>

Orring Anna (2013) Stormen Dagmar: Fjärrstyrning av elnäten fungerade inte, Ny Teknik, 29 april, <https://www.nyteknik.se/energi/stormen-dagmar-fjarrstyrning-av-elnatet-fungerade-inte-6403939>

Pettersson F. (2016) Blixtnedslag orsakade massivt strömbrott. SVT, 27 juli 2016, <https://www.svt.se/nyheter/lokalt/vasterbotten/blixtnedslag-orsakade-massivt-strombrott>

Phillips David, The Worst Ice Storm in Canadian History? Atmospheric Environment Service of Environment Canada, [http://www1.tor.ec.gc.ca/events/icestorm98/icestorm98\\_the\\_worst\\_e.html](http://www1.tor.ec.gc.ca/events/icestorm98/icestorm98_the_worst_e.html)

Prakash Nidhi, Lam Thuy Vo (2018) The Bodies Of Thousands Of Potential Hurricane Victims Have Been Burned In Puerto Rico, BuzzFeed News June 21, 2018, [https://www.buzzfeed.com/nidhiprakash/puerto-rico-hurricane-deaths-cremations?utm\\_term=.qp7ZG2Z6E#.rezQMWQye](https://www.buzzfeed.com/nidhiprakash/puerto-rico-hurricane-deaths-cremations?utm_term=.qp7ZG2Z6E#.rezQMWQye)

Reliefweb (2018) Save the Children, Puerto Rico's Children Have Lost More Than 13 Million School Days since Hurricane Maria, 20 March, <https://reliefweb.int/report/puerto-rico-united-states-america/puerto-rico-s-children-have-lost-more-13-million-school>

RFE/RL (2016) U.S. Suspects Russia behind Cyberattack on Ukraine Power Grid. Radio Free Europe/Radio Free Liberty. January 07, <http://www.rferl.org/content/us-suspects-russia-behind-cyberattack-ukraine-power-grid/27473229.html>

Robles Frances, Luis Ferré-Sadurní (2017) Puerto Rico's Agriculture and Farmers Decimated by Maria, New York Times, Sept. 24, <https://www.nytimes.com/2017/09/24/us/puerto-rico-hurricane-maria-agriculture-.html>

Robles Frances, Sheri Fink (2017) Amid Puerto Rico Disaster, Hospital Ship Admitted Just 6 Patients a Day, New York Times, 6 December, <https://www.nytimes.com/2017/12/06/us/puerto-rico-hurricane-maria-hospital-ship.html>

Robles Francis, Kenan Davis, Sheri Fink och Sarah Almukhtar (2017) Official Toll in Puerto Rico: 64. Actual Deaths May Be 1,052. New York Times, December 9 2017, <https://www.nytimes.com/interactive/2017/12/08/us/puerto-rico-hurricane-maria-death-toll.html>

Robles, Frances (2017) Puerto Rico's Health Care Is in Dire Condition, Three Weeks after Maria. New York Times, 10 October, <https://www.nytimes.com/2017/10/10/us/puerto-rico-power-hospitals.html>

Russia Today (2015) Kiev not rebuilding power supply to Crimea for 'political reasons' – Novak, 24 Nov, <https://www.rt.com/business/323234-crimea-russia-energy-ukraine/>

Salomonsson Erik, Petter Jerdén (2016) Stort strömbrott i Dalarna, Dala-Demokraten 2 augusti, <https://www.dalademokraten.se/dalarna/stort-stromavbrott-i-dalarna-1>



Sanborn B. (2018) How hospitals are grappling with medical supply shortages caused by Hurricane Maria, 8 January, <http://www.healthcarefinancenews.com/news/how-hospitals-are-grappling-medical-supply-shortages-caused-hurricane-maria>

Sanchez Ray, Faith Karimi (2018) The Army Corps is leaving, hurricane season approaching and 13,870 are still without power in Puerto Rico, CNN, May 23, <https://edition.cnn.com/2018/05/18/us/puerto-rico-power-army-corps/index.html>

Santos-Lozada Alexis R. och Jeffrey T. Howard (2017) Estimates of excess deaths in Puerto Rico following Hurricane María., Pennsylvania State University, <https://osf.io/preprints/socarxiv/s7dmu>

Schalk Johanna (2012) Många hjälptes åt efter ovädret, Mitt i Stockholm, <https://mitti.se/nyheter/manga-hjalptes-at-efter-ovadret/>

Schmidlin (2011) Public health consequences of the 2008 Hurricane Ike windstorm in Ohio, USA, Nat Hazards 58:235–249

Seyler Matt, Joshua Hoyos och Adam Rivera (2018) Puerto Rico's worst blackout since Maria leaves island residents 'frustrated' ABC News, 19 April, <https://abcnews.go.com/US/puerto-ricos-worst-blackout-maria-leaves-island-residents/story?id=54563857>

Socialstyrelsen (2000) Isstormen i östra Kanada januari 1998, Kamedo 74.

Svenska Kraftnät (2003) Elavbrottet 23 september 2003 – händelser och åtgärder, Rapport nr 1:2003

SVT Nyheter (2016) Dalarna- Stort strömavbrott i Dalarna, [https://www.svt.se/nyheter/amne/Dalarna - Str%C3%B6mavbrott i Dalarna](https://www.svt.se/nyheter/amne/Dalarna_-_Str%C3%B6mavbrott_i_Dalarna)

Syrian Observatory for Human Rights (2016) Nationwide power blackout hits Syria, 04/03/2016, <http://www.syriahr.com/en/?p=44736>

The Economist (2015) Syria's humanitarian crises, *The Economist explains*, June 9 2015, <http://www.economist.com/blogs/economist-explains/2015/06/economist-explains-6>

Times of India (2001) Overload on Agra-Bina line led to blackout, August 3, <https://timesofindia.indiatimes.com/india/Overload-on-Agra-Bina-line-led-to-blackout/articleshow/15331983.cms>.

Ukraine Cyber Attack Analysis,  
<https://www.wishpond.com/lp/1406453/>

United States (2013) Economics and Statistics Administration, Economic Impact of Hurricane Sandy Potential Economic Activity Lost and Gained in New Jersey and New York. United States. Economics and Statistics Administration, Economic Impact of Hurricane Sandy Potential Economic Activity Lost and Gained in New Jersey and New York. Prepared by the staff of the Office of the Chief Economist, Economics and Statistics Administration, U.S. Department of Commerce, 2013.9, <https://doi.org/doi:10.7282/T3P84943>.

UNOCHA (2016) Syrian Humanitarian Response Plan  
<https://www.humanitarianresponse.info/en/operations/whole-of-syria/document/2016-syrian-arab-republic-humanitarian-response-plan>

US DoD Army Committed to Restoring Puerto Rico's Power, March 23, 2018,  
<https://www.defense.gov/News/Article/Article/1474579/army-committed-to-restoring-puerto-ricos-power/>

Varela Julio Ricardo (2018) Data from Puerto Rico Institute of Statistics Confirms Excess Deaths after Hurricane María, FEB 28, 2018, Latino USA, <http://latinousa.org/2018/02/28/data-puerto-rico-institute-statistics-confirms-excess-deaths-hurricane-maria/>

Veibäck Ester, Johan Lindgren, Björn Nevhage, Per Larsson (2014) Underlag till nationell risk- och förmågebedömning 2013. FOI-R--3767--SE, s 15

Westin Josefin (2012) Strömavbrott slog ut södra Stockholm, Aftonbladet, <https://www.aftonbladet.se/nyheter/article15874753.ab>

World Bank Group (2017) The Toll of War: The Economic and Social Consequences of the Conflict in Syria, July 10,  
<http://www.worldbank.org/en/country/syria/brief/the-toll-of-war-economic-and-social-impact-analysis-esia-of-the-conflict-in-syria-key-facts>

Yle Nyheter (2017) Vardagen allt svårare efter orkanen - Puerto Ricos ekonomi helt körd i botten,  
<https://svenska.yle.fi/artikel/2017/09/28/vardagen-allt-svarare-efter-orkanen-puerto-ricos-ekonomi-helt-kord-i-botten>

Zachariasson Helena, Mattsson Elina (2016) Strömavbrott i Dalarna, SVT 9 augusti, <https://www.svt.se/nyheter/lokalt/dalarna/stromavbrott-i-dalarna>

# Bilaga 1 - Exempel på en övergripande översikt över förväntade problem vid energibortfall inom olika sektor

**Tabell 1.1.** Bedömning av förväntade problem vid energibortfall.<sup>30</sup>

| Avbrotts-<br>längd | Årstid   | Tid på<br>dygnet | Trädgård<br>+ övrigt | Jordbruk                   |      |          |                    | Bank | Kommunikation/transporter |         |                    |
|--------------------|----------|------------------|----------------------|----------------------------|------|----------|--------------------|------|---------------------------|---------|--------------------|
|                    |          |                  |                      | Djurhållning <sup>1/</sup> |      |          | Enbart<br>spannmål |      | Landsväg                  | Järnväg | Flyg <sup>1/</sup> |
|                    |          |                  |                      | Fjäderfä                   | Svin | Mjölkkor |                    |      |                           |         |                    |
| < 1 sek            |          | Dag              |                      |                            |      |          |                    |      |                           |         |                    |
|                    |          | Natt             |                      |                            |      |          |                    |      |                           |         |                    |
| < ca. 30<br>min    |          | Dag              |                      |                            |      |          |                    |      |                           |         |                    |
|                    |          | Natt             |                      |                            |      |          |                    |      |                           |         |                    |
| ½ - 6<br>timmar    |          | Dag              |                      |                            |      |          |                    |      |                           |         |                    |
|                    |          | Natt             |                      |                            |      |          |                    |      |                           |         |                    |
| > 6<br>timmar      | Sommar   | Dag              |                      |                            |      |          |                    |      |                           |         |                    |
|                    |          | Natt             |                      |                            |      |          |                    |      |                           |         |                    |
|                    | Vår/höst | Dag              |                      |                            |      |          |                    |      |                           |         |                    |
|                    |          | Natt             |                      |                            |      |          |                    |      |                           |         |                    |
|                    | Vinter   | Dag              |                      |                            |      |          |                    |      |                           |         |                    |
|                    |          | Natt             |                      |                            |      |          |                    |      |                           |         |                    |

<sup>1/</sup> För att undvika risk för katastrof krävs här tillgång till reservverk

Obetydligt problem/oväsentligt problem

Begränsat problem

Allvarligt problem

Mycket allvarligt problem

Katastrofrisk

| Avbrotts-längd | Årstid   | Tid på dygnet | Vård, skolor och omsorg |                |             |        | Kommunal verksamhet |        |             |              | Kontor, administration |
|----------------|----------|---------------|-------------------------|----------------|-------------|--------|---------------------|--------|-------------|--------------|------------------------|
|                |          |               | Sjukhus <sup>1)</sup>   | Vård-centraler | Tand-läkare | Skolor | Vatten              | Avlopp | Fjärr-värme | Äldre-omsorg |                        |
| < 1 sek        |          | Dag           |                         |                |             |        |                     |        |             |              |                        |
|                |          | Natt          |                         |                |             |        |                     |        |             |              |                        |
| < ca. 30 min   |          | Dag           |                         |                |             |        |                     |        |             |              |                        |
|                |          | Natt          |                         |                |             |        |                     |        |             |              |                        |
| ½ - 6 timmar   |          | Dag           |                         |                |             |        |                     |        |             |              |                        |
|                |          | Natt          |                         |                |             |        |                     |        |             |              |                        |
| > 6 timmar     | Sommar   | Dag           |                         |                |             |        |                     |        |             |              |                        |
|                |          | Natt          |                         |                |             |        |                     |        |             |              |                        |
|                | Vår/höst | Dag           |                         |                |             |        |                     |        |             |              |                        |
|                |          | Natt          |                         |                |             |        |                     |        |             |              |                        |
|                | Vinter   | Dag           | 2)                      |                |             |        |                     |        |             |              |                        |
|                |          | Natt          |                         |                |             |        |                     |        |             |              |                        |

<sup>1)</sup> Bedömningen gäller sjukhus med reservkraft

<sup>2)</sup> För många sjukhus får ett längre avbrott allvarliga konsekvenser pga avsaknad av värmeförsörjning

<sup>30</sup> Energimyndigheten (2004) Konsekvenser av elavbrottet i Sydsverige 23 september 2003 samt orsaken till mörkläggningen av Italien 2003-09-28, ER4:2004

| Avbrotts-<br>längd | Årstim   | Tid på<br>dygnet | Hushåll | Handel/<br>Tjänster | Mindre<br>industrier | Större industrier |                             |                    |                        |                       |                   |
|--------------------|----------|------------------|---------|---------------------|----------------------|-------------------|-----------------------------|--------------------|------------------------|-----------------------|-------------------|
|                    |          |                  |         |                     |                      | Kemisk industri   |                             | Skogs-<br>industri | Verkstads-<br>industri | Järn/stål<br>industri | Gruv-<br>industri |
|                    |          |                  |         |                     |                      | Läkemedel         | Övrig<br>kemisk<br>industri |                    |                        |                       |                   |
| < 1 sek            |          | Dag              |         |                     |                      |                   |                             |                    |                        |                       |                   |
|                    |          | Natt             |         |                     |                      |                   |                             |                    |                        |                       |                   |
| < ca. 30<br>min    |          | Dag              |         |                     |                      |                   |                             |                    |                        |                       |                   |
|                    |          | Natt             |         |                     |                      |                   |                             |                    |                        |                       |                   |
| ½ - 6<br>timmar    |          | Dag              |         |                     |                      |                   |                             |                    |                        |                       |                   |
|                    |          | Natt             |         |                     |                      |                   |                             |                    |                        |                       |                   |
| > 6 timmar         | Sommar   | Dag              |         |                     |                      |                   |                             |                    |                        |                       |                   |
|                    |          | Natt             |         |                     |                      |                   |                             |                    |                        |                       |                   |
|                    | Vår/höst | Dag              |         |                     |                      |                   |                             |                    |                        |                       |                   |
|                    |          | Natt             |         |                     |                      |                   |                             |                    |                        |                       |                   |
|                    | Vinter   | Dag              |         |                     |                      |                   |                             |                    |                        |                       |                   |
|                    |          | Natt             |         |                     |                      |                   |                             |                    |                        |                       |                   |

**Tabell 1.2.** Bedömning av förväntade problem vid energibortfall år 1995<sup>31</sup> I förekommande fall har kommentarer om dagens situation lagts till som fotnot.

| <b>Avbrottets<br/>längd</b> | <b>Funktion eller<br/>verksamhet</b> | <b>Konsekvens</b>                                                |
|-----------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| 1 sekund (eller<br>mindre)  | Processindustri                      | Processen stannar (med lång<br>återstartningstid som följd)      |
|                             | Datasystem                           | Systemet stannar och<br>informationen försvinner <sup>32</sup>   |
|                             | Flygtrafikledning                    | Flygsäkerheten äventyras <sup>33</sup>                           |
| 1 minut                     | Intensivvård                         | Operationsbelysning,<br>respiratorer och dialys<br>fungerar inte |
| 10-15 minuter               | Datorer med<br>batteriereserv        | System stannar men<br>information går inte förlorad              |
| 15-30 minuter               | Fjäderfäuppfödning                   | Djuren i stora anläggningar<br>dör                               |
| 30 minuter                  | Processindustri                      | Ugnar och rör blir igensatta<br>(återstarten kan ta flera dygn)  |
| 2 timmar                    | Stora svinstallar                    | Brist på ventilation kan leda<br>till att djuren dör             |
|                             | Vattenförsörjning                    | Kunder i högt belägna<br>områden blir utan vatten                |
| 6 timmar                    | Smältande industri                   | Smältor stelnar i ugnar<br>(många veckors stillestånd)           |
|                             | Växthus                              | Skador genom torka eller<br>frysning                             |

<sup>31</sup> Utan el stannar Sverige : scenario och överväganden om påfrestningar i det fredstida samhället] : delbetänkande / av Hot- och riskutredningen. Statens offentliga utredningar; 1995:20, ISSN 0375-250X

<sup>32</sup> Detta gäller ej för SCADA och ICS-system. SCASA = Supervisory Control And Data Acquisition ISC= Industrial Control System

<sup>33</sup> Detta stämmer inte längre eftersom modern flygledning har säkrad tillgång till el i händelser av lindrigare energibortfall

| <b>Avbrottets<br/>längd</b> | <b>Funktion eller<br/>verksamhet</b> | <b>Konsekvens</b>                                                    |
|-----------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| 8 timmar                    | Vattenförsörjning                    | Risk att förorenat vatten läcker in                                  |
|                             | Värmeförsörjning                     | Problem särskilt inom vårdinrättningar och för äldre i egna bostäder |
|                             | Mjölkkor                             | Risk för juverinflammation och varaktig minskning i avkastningen     |
| 10 timmar                   | Telestationer med batterireserv      | Avbrott i teletrafiken <sup>34</sup>                                 |
| 12-24 timmar                | Människor och djur                   | Brist på vatten och lämplig föda                                     |
|                             | Livsmedel                            | Kylda och frysta livsmedel blir förstörda                            |
|                             |                                      | Distribution till detaljhandeln får svårigheter                      |
|                             | Lokaler och bostäder                 | Utkylning vintertid, risk för frysskador på vattenledningar          |
|                             | Avloppsreningsverk                   | Orenat avloppsvatten rinner ut genom bräddavlopp                     |
| Flera dygn                  | Vardagslivet                         | Arbetsplatser och serviceinrättningar måste hållas stängda           |

<sup>34</sup> Detta stämmer inte längre. Dagens system fallerar långt tidigare.

**Tabell 1.3.** Gränser för oacceptabla störningstider för samhällsviktiga verksamheter.<sup>35</sup>

| Störningsintervall  | Samhällsviktiga verksamheter                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Gräns för oacceptabel störningstid samt kommentarer                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6-24 timmar         | Vård och omsorg<br>Kommunalteknisk verksamhet<br>Mobiltelefoni (inom kommunikation och information inklusive ledning)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Gränsen för oacceptabel störningstid har bedömts vara 6 timmar                                                                                                                                                                                                        |
| 24 timmar – 1 vecka | Värme och el för hushåll<br>Akutsjukvård (inkl. vårdcentraler)<br>112-larm (nationell utbredning)<br>Ordning och säkerhet (regional och nationell utbredning)<br>Kommunikation och information inklusive ledning<br>Djurhållning<br>Räddningstjänst (nationell utbredning)<br>Livsmedelsförsörjning (regional och nationell utbredning)<br>Betalningsförmedling<br>Transporter och drivmedel<br>Viss industriell försörjning (regional och nationell utbredning) | För värme och el för hushåll och akutsjukvård bedöms gränsen för oacceptabel störningstid vara 24 timmar. För de övriga verksamheter varierar känsligheten och den kan även vara beroende på årstid. Gränsen för de flesta verksamheter förefaller vara ett par dygn. |
| 1-4 veckor          | Räddningstjänst (regional utbredning)<br>Industriell försörjning<br>Ordning och säkerhet<br>Livsmedelsförsörjning<br>112-larm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Gränsen för oacceptabel störningstid bedöms ligga närmare den undre gränsen än den övre.                                                                                                                                                                              |

<sup>35</sup> Frost *et al.* 2004, Acceptabla elavbrott? Fyra strategier för säker elförsörjning. FOI-R--1163--SE, s 20



**Tabell 1.4.** Konsekvenser avseende verksamhet, tid och orsak<sup>36</sup>

| <b>Störningens tidsintervall</b> | <b>Verksamhet för vilka störningsintervallet är oacceptabelt ur samhällets synvinkel</b>                                        | <b>Acceptans för orsak till störning</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1-6 timmar                       | -                                                                                                                               | <p><b>Ej acceptabla orsaker</b><br/>Tekniska fel, nationell utbredning, 3-6 timmar</p> <p><b>Acceptabla orsaker</b><br/>Alla övriga orsaker</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 6-24 timmar                      | Vård och omsorg<br>Kommunalteknisk verksamhet<br>Mobiltelefoni (inom verksamheten information, kommunikation inklusive ledning) | <p><b>Ej acceptabla orsaker</b><br/>Insider, liten kapacitet<br/>Insider, stor kapacitet, regional och nationell utbredning<br/>Yttre angripare, liten kapacitet<br/>Felhandlingar inom och utom elsystemet<br/>Tekniska fel</p> <p><b>Acceptabla orsaker</b><br/>Insider, stor kapacitet, lokal utbredning<br/>Yttre angripare, stor kapacitet<br/>Svåra naturrelaterade händelser - 10-årshändelse<br/>Extrema naturrelaterade händelser</p> |

<sup>36</sup> Frost *et al.* 2004, Acceptabla elavbrott? Fyra strategier för säker elförsörjning. FOI-R--1163--SE, s 77, bilaga 3

| Störningens tidsintervall                       | Verksamhet för vilka störningsintervallet är oacceptabelt ur samhällets synvinkel                                                                                                                                                                                                                    | Acceptans för orsak till störning                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 24 timmar-<br>1 vecka<br>lokal<br>utbredning    | Vård och omsorg<br>Kommunalteknisk verksamhet<br>Information, kommunikation<br>inklusive ledning<br>Värme och el för hushåll<br>Akutsjukvård<br>Djurhållning<br>Betalningsförmedling<br>Transporter och drivmedel                                                                                    | <b>Ej acceptabla orsaker</b><br>Insider, liten kapacitet<br>Insider, stor kapacitet<br>Yttre angripare, liten kapacitet<br>Felhandlingar inom och utom elsystemet<br>Tekniska fel<br>Svåra naturrelaterade händelser - 10-årshändelse<br><b>Acceptabla orsaker</b><br>Yttre angripare, stor kapacitet<br>Extrema naturrelaterade händelser |
| 24 timmar-<br>1 vecka<br>regional<br>utbredning | Vård och omsorg<br>Kommunalteknisk verksamhet<br>Information, kommunikation<br>inklusive ledning<br>Värme och el för hushåll<br>Akutsjukvård<br>Djurhållning<br>Betalningsförmedling<br>Transporter och drivmedel<br>Ordning och säkerhet<br>Livsmedelsförsörjning<br>(Viss) industriell försörjning | <b>Ej acceptabla orsaker</b><br>Insider, liten kapacitet<br>Insider, stor kapacitet<br>Yttre angripare, liten kapacitet<br>Felhandlingar inom och utom elsystemet<br>Tekniska fel<br>Svåra naturrelaterade händelser - 10-årshändelse<br><b>Acceptabla orsaker</b><br>Yttre angripare, stor kapacitet<br>Extrema naturrelaterade händelser |

